

10/082308
2621

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy
of the following application as filed with this Office.

Date of Application: September 21, 2001

Application Number: Japanese Patent Application
No. 2001-289625

[ST.10/C]: [JP2001-289625]

Applicant(s): RICOH COMPANY, LTD.

April 12, 2002

Commissioner,
Japan Patent Office

Kouzo Oikawa (Seal)

Certificate No.2002-3027053



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 9月21日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-289625

[ST.10/C]:

[JP2001-289625]

出 願 人
Applicant(s):

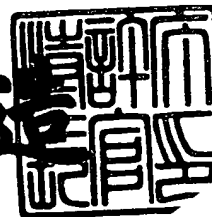
株式会社リコー

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2002年 4月12日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-?

【書類名】 特許願

【整理番号】 0103903

【提出日】 平成13年 9月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 1/40

【発明の名称】 画像データ処理装置、画像データ処理方法、プログラム、及び記録媒体

【請求項の数】 25

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

 【氏名】 作山 宏幸

【特許出願人】

 【識別番号】 000006747

 【氏名又は名称】 株式会社リコー

 【代表者】 桜井 正光

【代理人】

 【識別番号】 100079843

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 高野 明近

【選任した代理人】

 【識別番号】 100112324

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 安田 啓之

【選任した代理人】

 【識別番号】 100112313

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岩野 進

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 014465

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9904834

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像データ処理装置、画像データ処理方法、プログラム、及び記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の周波数領域への変換の逆変換により、周波数領域から逆変換された画像データ成分を処理する画像データ処理装置であって、レンジの上限を越える成分値を有する画素を探す手段と、該画素の成分値をレンジ内に入るように減らす手段と、前記逆変換に使用される行列の各要素の極性を利用して予め決定された画素の、前記成分値を増やす手段を有することを特徴とする画像データ処理装置。

【請求項2】 所定の周波数領域への変換の逆変換により、周波数領域から逆変換された画像データ成分を処理する画像データ処理装置であって、レンジの下限を下回る成分値を有する画素を探す手段と、該画素の成分値をレンジ内に入るように増やす手段と、前記逆変換に使用される行列の各要素の極性を利用して予め決定された画素の、前記成分値を減らす手段を有することを特徴とする画像データ処理装置。

【請求項3】 所定の周波数領域への変換の逆変換により、周波数領域から逆変換された画像データ成分を処理する画像データ処理装置であって、レンジの上限を越える成分値を有する画素を探す手段と、該画素の成分値をレンジ内に入るように減らす手段と、前記逆変換に使用される行列の各要素の極性と絶対値を利用して予め決定された画素の、前記成分値を増やす手段を有することを特徴とする画像データ処理装置。

【請求項4】 所定の周波数領域への変換の逆変換により、周波数領域から逆変換された画像データ成分を処理する画像データ処理装置であって、レンジの下限を下回る成分値を有する画素を探す手段と、該画素の成分値をレンジ内に入るように増やす手段と、前記逆変換に使用される行列の各要素の極性と絶対値を利用して予め決定された画素の、前記成分値を減らす手段を有することを特徴とする画像データ処理装置。

【請求項5】 前記予め決定された画素の成分値を増やした結果、該成分値

がさらにレンジの上限を越えた場合に該画素の該成分値をレンジ内に入るように減らす手段と、前記極性又は前記極性及び絶対値を利用して予め決定された第2の画素の、前記成分値を増やす手段を有することを特徴とする請求項1又は3記載の画像データ処理装置。

【請求項6】 前記予め決定された画素の成分値を減らした結果、該成分値がさらにレンジの下限を下回った場合に該画素の該成分値をレンジ内に入るように増やす手段と、前記極性又は前記極性及び絶対値を利用して予め決定された第2の画素の、前記成分値を減らす手段を有することを特徴とする請求項2又は4記載の画像データ処理装置。

【請求項7】 前記予め決定された画素が、前記レンジの上限を越える画素又は前記レンジの下限を下回る画素に垂直方向に隣接した画素であり、前記予め決定された第2の画素が、前記さらにレンジの上限を越えた画素又は前記さらにレンジの下限を下回った画素に水平方向に隣接した画素又は対角方向に隣接した画素であることを特徴とする請求項5又は6記載の画像データ処理装置。

【請求項8】 前記予め決定された画素が、前記レンジの上限を越える画素又は前記レンジの下限を下回る画素に水平方向に隣接した画素であり、前記予め決定された第2の画素が、前記さらにレンジの上限を越えた画素又は前記さらにレンジの下限を下回った画素に垂直方向に隣接した画素又は対角方向に隣接した画素であることを特徴とする請求項5又は6記載の画像データ処理装置。

【請求項9】 前記予め決定された画素が、前記レンジの上限を越える画素又は前記レンジの下限を下回る画素に対角方向に隣接した画素であり、前記予め決定された第2の画素が、前記さらにレンジの上限を越えた画素又は前記さらにレンジの下限を下回った画素に垂直方向に隣接した画素又は水平方向に隣接した画素であることを特徴とする請求項5又は6記載の画像データ処理装置。

【請求項10】 前記予め決定された画素が、前記レンジの上限を越える画素又は前記レンジの下限を下回る画素に、垂直方向に隣接した画素又は水平方向に隣接した画素又は対角方向に隣接した画素であることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1記載の画像データ処理装置。

【請求項11】 前記予め決定された画素又は前記第2の画素の成分値を増

やした結果、該成分値がさらにレンジの上限を越えた場合に該画素の該成分値をレンジ上限の値とする手段を有することを特徴とする請求項 1, 3, 5 のいずれか 1 記載の画像データ処理装置。

【請求項 1 2】 前記予め決定された画素又は前記第 2 の画素の成分値を減らした結果、該成分値がさらにレンジの下限を下回った場合に該画素の該成分値をレンジ下限の値とする手段を有することを特徴とする請求項 2, 4, 6 のいずれか 1 記載の画像データ処理装置。

【請求項 1 3】 前記減らす手段によって減らす値の大きさと前記増やす手段によって増やす値の大きさとを一致させることを特徴とする請求項 1 乃至 1 2 のいずれか 1 記載の画像データ処理装置。

【請求項 1 4】 前記逆変換が画像データの色差成分に対してなされ、前記成分値が R 値又は G 値又は B 値であることを特徴とする請求項 1 乃至 1 3 のいずれか 1 記載の画像データ処理装置。

【請求項 1 5】 前記逆変換が画像データの輝度成分に対してなされ、前記成分値が G 値であることを特徴とする請求項 1 乃至 1 3 のいずれか 1 記載の画像データ処理装置。

【請求項 1 6】 前記レンジ上限を越える成分値又は前記レンジ下限を下回る成分値が G 値である場合に、G の値を丸め処理する手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 1 5 のいずれか 1 記載の画像データ処理装置。

【請求項 1 7】 前記周波数変換係数に対する量子化率によって、前記予め決定された画素の成分値を増減するか、丸め処理とするかを切り替える手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 1 5 のいずれか 1 記載の画像データ処理装置。

【請求項 1 8】 前記レンジ上限を越える成分値又は前記レンジ下限を下回る成分値が G 値である場合に、前記周波数変換係数に対する量子化率によって、前記予め決定された画素の G 値を増減するか、丸め処理とするかを切り替える手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 1 5 のいずれか 1 記載の画像データ処理装置。

【請求項 1 9】 前記変換がウェーブレット変換であることを特徴とする請

求項 1 乃至 1 8 のいずれか 1 記載の画像データ処理装置。

【請求項 2 0】 所定の周波数領域への変換の逆変換により、周波数領域から逆変換された画像データ成分を処理する画像データ処理方法であって、レンジの上限を越える成分値を有する画素を探すステップと、前記画素の成分値をレンジ内に入るように減らすステップと、前記逆変換に使用される行列の各要素の極性を利用して予め決定された画素の、前記成分値を増やすステップを有することを特徴とする画像データ処理方法。

【請求項 2 1】 所定の周波数領域への変換の逆変換により、周波数領域から逆変換された画像データ成分を処理する画像データ処理方法であって、レンジの下限を下回る成分値を有する画素を探すステップと、前記画素の成分値をレンジ内に入るように増やすステップと、前記逆変換に使用される行列の各要素の極性を利用して予め決定された画素の、前記成分値を減らすステップを有することを特徴とする画像データ処理方法。

【請求項 2 2】 所定の周波数領域への変換の逆変換により、周波数領域から逆変換された画像データ成分を処理する画像データ処理方法であって、レンジの上限を越える成分値を有する画素を探すステップと、前記画素の成分値をレンジ内に入るように減らすステップと、前記逆変換に使用される行列の各要素の極性と絶対値を利用して予め決定された画素の、前記成分値を増やすステップを有することを特徴とする画像データ処理方法。

【請求項 2 3】 所定の周波数領域への変換の逆変換により、周波数領域から逆変換された画像データ成分を処理する画像データ処理方法であって、レンジの下限を下回る成分値を有する画素を探すステップと、前記画素の成分値をレンジ内に入るように増やすステップと、前記逆変換に使用される行列の各要素の極性と絶対値を利用して予め決定された画素の、前記成分値を減らすステップを有することを特徴とする画像データ処理方法。

【請求項 2 4】 請求項 1 乃至 1 9 のいずれか 1 記載の画像データ処理装置として或いは該画像データ処理装置の各手段として、コンピュータを機能させるための、又は、請求項 2 0 乃至 2 3 のいずれか 1 記載の画像データ処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項25】 請求項24記載のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像データ処理装置、画像データ処理方法、プログラム、及び記録媒体に関し、より詳細には、アプリケーションプログラム、プリンタドライバ等のデバイスドライバ、その他画像を扱う機器に応用可能な、カラー画像情報を復号化するための画像データ処理装置、画像データ処理方法、それらのプログラム、及びそのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

カラー画像の伝送・蓄積の際には、データ量を削減するため、原画像の圧縮を行うのが一般的である。かかる圧縮を行う際には、画像を構成する成分に対し直交変換を施して情報量を偏らせ、変換後の成分に対して量子化を行い、情報量を削減するのが代表的な手法である。また、量子化を極端に行う場合には、画像を構成する特定成分を、全て破棄してしまう（0として扱う）といったことがよく行われる。

【0003】

特公平7-63177号公報に記載の技術は上記の代表例であり、カラー画像データをブロック単位毎に輝度（明度）信号と色差信号に変換し、さらに明度信号を直交変換して低周波直流成分を表す係数及び高周波交流成分を表す係数を得、その後、低周波の係数、高周波成分の係数に量子化を施している。他方、色差信号は、直交変換はされずに、ブロック内の代表色のみが量子化・符号化される。

【0004】

さて、上記のような量子化によって圧縮された画像が伸張される場合には、逆量子化が施され、原画像と伸張後の画像との間には量子化誤差が生じる。かかる

量子化誤差が大きい場合には、伸張後の画素の値が、本来の所定範囲を越えることがある。

【0005】

例えば、一般的なフルカラー画像は、RGBが各8bit、すなわち0～255の値をとる。しかし量子化誤差により、伸張後のRGBの値が負になったり、255を越えたりするのである（以下、本出願明細書中ではこの現象をレンジオーバと呼ぶ）。

【0006】

かかるレンジオーバが生じた場合は、負の値を0に置換し、255を越えた値を255に置換するという、いわゆる丸め処理（クリッピング処理）が従来から行われている。しかし、量子化が極端な場合等は、レンジオーバ分の値（所定範囲を逸脱した分の値）が大きくなり、単純な丸め処理では局所的に色味が変わってしまい、画質劣化を生じることがある。

【0007】

以上の現象は、米国特許第5,757,975号明細書「Artifact reduction for large dynamic range input data in JPEG compression」にも記載のあるところであり、かかる問題に対し上記明細書では、「レンジオーバした画素の近隣（例えば3×3画素の範囲）において、その値が所定範囲内である近隣画素を探し、レンジオーバ値を該近隣画素に再配分する」ことによって局所的な平均値を保存し、色味の変化を抑えることを提案している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

上述の「局所的な平均値を保存」する処理は、画質劣化を抑える上で非常に有効であるが、「周囲3×3画素の範囲において、レンジオーバしておらず、かつその値が所定範囲内である近隣画素を探す」という処理は、オーバした1画素のために多くの（例えば周囲の8画素の）画素値を調べなければならず、計算量が多く煩雑である。

【0009】

本発明は、上述のごとき実情に鑑みてなされたものであり、圧縮に使用する周

波数変換に対し、周波数変換係数毎の量子化率や圧縮の主たる対象（例えば自然画像）を考慮することで、上述の「周囲3×3画素の範囲において、近隣画素を探す」処理のような煩雑な処理を行わずに画像データ成分の量子化誤差を修正し、逆変換後の色味の変化を抑えて高画質な処理を行うことが可能な画像データ処理装置、画像データ処理方法、プログラム、及び記録媒体を提供することをその目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明は、所定の周波数領域への変換の逆変換により、周波数領域から逆変換された画像データ成分を処理する画像データ処理装置であって、レンジの上限を越える成分値を有する画素を探す手段と、該画素の成分値をレンジ内に入るように減らす手段と、前記逆変換に使用される行列の各要素の極性を利用して予め決定された画素の、前記成分値を増やす手段を有することを特徴としたものである。

【0011】

請求項2の発明は、所定の周波数領域への変換の逆変換により、周波数領域から逆変換された画像データ成分を処理する画像データ処理装置であって、レンジの下限を下回る成分値を有する画素を探す手段と、該画素の成分値をレンジ内に入るように増やす手段と、前記逆変換に使用される行列の各要素の極性を利用して予め決定された画素の、前記成分値を減らす手段を有することを特徴としたものである。

【0012】

請求項3の発明は、所定の周波数領域への変換の逆変換により、周波数領域から逆変換された画像データ成分を処理する画像データ処理装置であって、レンジの上限を越える成分値を有する画素を探す手段と、該画素の成分値をレンジ内に入るように減らす手段と、前記逆変換に使用される行列の各要素の極性と絶対値を利用して予め決定された画素の、前記成分値を増やす手段を有することを特徴としたものである。

【0013】

請求項 4 の発明は、所定の周波数領域への変換の逆変換により、周波数領域から逆変換された画像データ成分を処理する画像データ処理装置であって、レンジの下限を下回る成分値を有する画素を探す手段と、該画素の成分値をレンジ内に入るように増やす手段と、前記逆変換に使用される行列の各要素の極性と絶対値を利用して予め決定された画素の、前記成分値を減らす手段を有することを特徴としたものである。

【 0 0 1 4 】

請求項 5 の発明は、請求項 1 又は 3 の発明において、前記予め決定された画素の成分値を増やした結果、該成分値がさらにレンジの上限を越えた場合に該画素の該成分値をレンジ内に入るように減らす手段と、前記極性又は前記極性及び絶対値を利用して予め決定された第 2 の画素の、前記成分値を増やす手段を有することを特徴としたものである。

【 0 0 1 5 】

請求項 6 の発明は、請求項 2 又は 4 の発明において、前記予め決定された画素の成分値を減らした結果、該成分値がさらにレンジの下限を下回った場合に該画素の該成分値をレンジ内に入るように増やす手段と、前記極性又は前記極性及び絶対値を利用して予め決定された第 2 の画素の、前記成分値を減らす手段を有することを特徴としたものである。

【 0 0 1 6 】

請求項 7 の発明は、請求項 5 又は 6 の発明において、前記予め決定された画素が、前記レンジの上限を越える画素又は前記レンジの下限を下回る画素に垂直方向に隣接した画素であり、前記予め決定された第 2 の画素が、前記さらにレンジの上限を越えた画素又は前記さらにレンジの下限を下回った画素に水平方向に隣接した画素又は対角方向に隣接した画素であることを特徴としたものである。

【 0 0 1 7 】

請求項 8 の発明は、請求項 5 又は 6 の発明において、前記予め決定された画素が、前記レンジの上限を越える画素又は前記レンジの下限を下回る画素に水平方向に隣接した画素であり、前記予め決定された第 2 の画素が、前記さらにレンジの上限を越えた画素又は前記さらにレンジの下限を下回った画素に垂直方向に隣

接した画素又は対角方向に隣接した画素であることを特徴としたものである。

【0018】

請求項9の発明は、請求項5又は6の発明において、前記予め決定された画素が、前記レンジの上限を越える画素又は前記レンジの下限を下回る画素に対角方向に隣接した画素であり、前記予め決定された第2の画素が、前記さらにレンジの上限を越えた画素又は前記さらにレンジの下限を下回った画素に垂直方向に隣接した画素又は水平方向に隣接した画素であることを特徴としたものである。

【0019】

請求項10の発明は、請求項1乃至6のいずれか1の発明において、前記予め決定された画素が、前記レンジの上限を越える画素又は前記レンジの下限を下回る画素に、垂直方向に隣接した画素又は水平方向に隣接した画素又は対角方向に隣接した画素であることを特徴としたものである。

【0020】

請求項11の発明は、請求項1, 3, 5のいずれか1の発明において、前記予め決定された画素又は前記第2の画素の成分値を増やした結果、該成分値がさらにレンジの上限を越えた場合に該画素の該成分値をレンジ上限の値とする手段を有することを特徴としたものである。

【0021】

請求項12の発明は、請求項2, 4, 6のいずれか1の発明において、前記予め決定された画素又は前記第2の画素の成分値を減らした結果、該成分値がさらにレンジの下限を下回った場合に該画素の該成分値をレンジ下限の値とする手段を有することを特徴としたものである。

【0022】

請求項13の発明は、請求項1乃至12のいずれか1の発明において、前記減らす手段によって減らす値の大きさと前記増やす手段によって増やす値の大きさを一致させることを特徴としたものである。

【0023】

請求項14の発明は、請求項1乃至13のいずれか1の発明において、前記逆変換が画像データの色差成分に対してなされ、前記成分値がR値又はG値又はB

値であることを特徴としたものである。

【 0 0 2 4 】

請求項 1 5 の発明は、請求項 1 乃至 1 3 のいずれか 1 の発明において、前記逆変換が画像データの輝度成分に対してなされ、前記成分値が G 値であることを特徴としたものである。

【 0 0 2 5 】

請求項 1 6 の発明は、請求項 1 乃至 1 5 のいずれか 1 の発明において、前記レンジ上限を越える成分値又は前記レンジ下限を下回る成分値が G 値である場合に、G の値を丸め処理する手段を有することを特徴としたものである。

【 0 0 2 6 】

請求項 1 7 の発明は、請求項 1 乃至 1 5 のいずれか 1 の発明において、前記周波数変換係数に対する量子化率によって、前記予め決定された画素の成分値を増減するか、丸め処理とするかを切り替える手段を有することを特徴としたものである。

【 0 0 2 7 】

請求項 1 8 の発明は、請求項 1 乃至 1 5 のいずれか 1 の発明において、前記レンジ上限を越える成分値又は前記レンジ下限を下回る成分値が G 値である場合に、前記周波数変換係数に対する量子化率によって、前記予め決定された画素の G 値を増減するか、丸め処理とするかを切り替える手段を有することを特徴としたものである。

【 0 0 2 8 】

請求項 1 9 の発明は、請求項 1 乃至 1 8 のいずれか 1 の発明において、前記変換がウェーブレット変換であることを特徴としたものである。

【 0 0 2 9 】

請求項 2 0 の発明は、所定の周波数領域への変換の逆変換により、周波数領域から逆変換された画像データ成分を処理する画像データ処理方法であって、レンジの上限を越える成分値を有する画素を探すステップと、前記画素の成分値をレンジ内に入るように減らすステップと、前記逆変換に使用される行列の各要素の極性を利用して予め決定された画素の、前記成分値を増やすステップを有するこ

とを特徴としたものである。

【0030】

請求項21の発明は、所定の周波数領域への変換の逆変換により、周波数領域から逆変換された画像データ成分を処理する画像データ処理方法であって、レンジの下限を下回る成分値を有する画素を探すステップと、前記画素の成分値をレンジ内に入るように増やすステップと、前記逆変換に使用される行列の各要素の極性を利用して予め決定された画素の、前記成分値を減らすステップを有することを特徴としたものである。

【0031】

請求項22の発明は、所定の周波数領域への変換の逆変換により、周波数領域から逆変換された画像データ成分を処理する画像データ処理方法であって、レンジの上限を越える成分値を有する画素を探すステップと、前記画素の成分値をレンジ内に入るように減らすステップと、前記逆変換に使用される行列の各要素の極性と絶対値を利用して予め決定された画素の、前記成分値を増やすステップを有することを特徴としたものである。

【0032】

請求項23の発明は、所定の周波数領域への変換の逆変換により、周波数領域から逆変換された画像データ成分を処理する画像データ処理方法であって、レンジの下限を下回る成分値を有する画素を探すステップと、前記画素の成分値をレンジ内に入るように増やすステップと、前記逆変換に使用される行列の各要素の極性と絶対値を利用して予め決定された画素の、前記成分値を減らすステップを有することを特徴としたものである。

【0033】

請求項24の発明は、請求項1乃至19のいずれか1記載の画像データ処理装置として或いは該画像データ処理装置の各手段として、コンピュータを機能させるための、又は、請求項20乃至23のいずれか1記載の画像データ処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムである。

【0034】

請求項25の発明は、請求項24記載のプログラムを記録したコンピュータ読

み取り可能な記録媒体である。

【0035】

【発明の実施の形態】

米国特許第5,757,975号明細書には、レンジオーバした画素の近隣（例えば 3×3 画素の範囲）において、その値が所定範囲内である近隣画素を探し、レンジオーバ値を該近隣画素に再配分することによって局所的な平均値を保存し、色味の変化を抑えることが可能な擬似信号削減方法が記載されている。ここでの「局所的な平均値を保存」する処理は、画質劣化を抑える上で非常に有効であるが、「周囲 3×3 画素の範囲において、レンジオーバしておらず、かつその値が所定範囲内である近隣画素を探す」という処理は、オーバした1画素のために多くの（例えば周囲の8画素の）画素値を調べなければならず、計算量が多く煩雑である。

【0036】

しかしながら、圧縮に使用する直交変換をS変換に限定し、S変換係数毎の量子化率や圧縮の主たる対象（例えば、主に自然画像）を考慮することで、上記「周囲 3×3 画素の範囲において、近隣画素を探す」ような煩雑な処理を省略することが可能であることは特願2000-53721号明細書に記載した。

以下、この省略が可能な理由について説明する。

【0037】

図1は、S変換を説明するための図で、図1（A）はS変換を行う画素を示す図、図1（B）は図1（A）の画素値をS変換するためのS変換式及びS変換式が示す各方向のエッジを示す図、図1（C）は図1（B）でS変換された各成分を逆S変換するための逆S変換式を示す図である。

まず、S変換とは、例えば図1に示すような 2×2 画素単位で、画素の値 a 、 b 、 c 、 d を4つの係数 LL 、 HL 、 LH 、 HH に変換する処理である。 LL が低周波成分であり、その他が高周波成分であるが、図1（A）、（B）から明らかなように、 HL 、 LH 、 HH は順に縦方向、横方向、斜め方向のエッジに対して大きな値を示すものである。なお、 a 、 b 、 c 、 d は、例えばRGBのRの値であったり、Gの値であったり、輝度の値や色差の値であったりする。

【0038】

そして、4つの係数から、もとのa～dの値を求める逆S変換は以下の通りである（図1（C）参照）。

$$a = LL + (HL + LH) / 2 + HH / 4 \quad \cdots \quad (1)$$

$$b = LL - (HL - LH) / 2 - HH / 4 \quad \cdots \quad (2)$$

$$c = LL + (HL - LH) / 2 - HH / 4 \quad \cdots \quad (3)$$

$$d = LL - (HL + LH) / 2 + HH / 4 \quad \cdots \quad (4)$$

【0039】

通常、量子化を行う際には、画質への影響が大きい低周波成分、すなわちLL成分の量子化率を最小にし、画質への影響が小さい高周波成分、すなわちLH，HL，HH成分の量子化率を最大にする。なお、本出願明細書でいう量子化率とは、「原データに対する量子化後のデータの、情報量の削減の度合い」を意味し、8bitのデータを1bit削減して7bitにする場合には、量子化率は2であり、8bitのデータを3bit削減して5bitにする場合には、量子化率は $2^3 = 8$ である。

【0040】

その結果、量子化誤差も、LL成分について最小になり、LH，HL，HH成分については大きくなる。すなわち、通常の圧縮方式においては、圧縮・伸張の過程で式（1）～（4）の右辺に生じる誤差は、LH，HL，HH成分の量子化誤差とみなすことができる。

【0041】

今、HLの量子化誤差が ΔE であるとする。式（1）～（4）から明らかなように、 ΔE によって生じる誤差の極性（正負）は、「a，cには同一方向で、b，dではa，cとは反対方向」である。すなわち、量子化誤差でa，cの値が $\Delta E / 2$ 増えれば、b，dの値は $\Delta E / 2$ 減るのである。そしてa，b，c，dの圧縮前の（オリジナルの）値のうち、レンジの上限・下限に近いものがあった場合、 $\Delta E / 2$ の値が十分大きい場合には、レンジオーバーが生じるというわけである。

【0042】

ここで、前述の「局所的な処理平均値を保存する処理」、例えば、a, b, c, dの総和を保存するような処理を行うことを考える。

例えば、aがレンジ上限である255を越えて260として復号（伸張）されたとし、aの値をレンジ上限の255に修正することを考える。この場合、修正の前後でa, b, c, dの総和を保存するためには、260から減じたオーバ分の値5を、いずれかの画素、或いはいずれかの複数の画素に加える必要がある（以下、この処理をレンジオーバ補正とよぶ）。

【0043】

前述の誤差の方向から明らかなように、オーバ分をcに加えたのではcの誤差がさらに増加してしまう。よってaのオーバ分は、「b又はd（又はその両方）」に加えるべきである。つまり、オーバ分を吸収すべき画素を予め決めておくことができるのである。また、aがレンジ下限を下回った場合にも、また、量子化誤差がLH, HHに生じた場合に関しても同様な議論が成立する。

【0044】

図2は、S変換を行う画素間の方向の凡例を示す図である。図2のように、aから見たb, c, dを順に水平方向、垂直方向、対角方向とよぶ場合、上述の議論によって、量子化誤差が生じる係数と、オーバ分を配分すべき画素の位置の関係は以下の表1のようになる。

【0045】

【表1】

量子化誤差が生じる係数	レンジオーバ分を配分すべき画素の位置
HL	水平または対角方向
LH	垂直または対角方向
HH	水平または垂直

【0046】

しかし、実際の個々の場面においては、どの係数の量子化誤差によってレンジオーバが生じているかを判断することはできない。通常、どの係数に量子化誤差が生じているかさえ判断できない。このため、どの係数に起因してもいいように対処するか、どの係数の量子化誤差に起因するレンジオーバなのかを確率的に考えて対処する必要がある。

【0047】

例えば、レンジオーバ分を1画素で吸収しようとする場合、表1から明らかなように、HL, LHいずれかの量子化誤差に起因する場合には、両者で共通な（＝どちらに起因してもよい）「対角画素」を選択すればよいことがわかる。

【0048】

また表1は、HHに起因するレンジオーバの場合には、対角画素への配分は得策ではないことを示している。しかし、HH起因のレンジオーバが、HL, LH起因のレンジオーバよりも確率的に起こりにくいのであれば、HL, LHへの対処を優先して、例えば対角画素を選択するのが簡易かつ有効なのである。

【0049】

ここで一般的な圧縮方式では、HH起因のレンジオーバが、HL, LH起因のレンジオーバよりも確率的に起こりにくい場合が多い。具体的には以下のような場合である。

【0050】

(ケース1)

HL, LH, HHを同じ量子化ステップ数で線形に量子化する場合：

量子化ステップ数が等しい場合、HL, LH, HHに生じる量子化誤差は確率的には等しくできるが、式(1)～(4)より明らかなように、レンジオーバの原因となる誤差は「HL, LHの量子化誤差の $1/2$ 、HHの量子化誤差の $1/4$ 」である。よって、HH起因のレンジオーバは、HL, LH起因のものよりも単純に少なくなる。

【0051】

(ケース2)

圧縮対象が自然画像で、HL, LH, HHを非線形に量子化する場合：

自然画像においては、縦横のエッジに比べ、斜めのエッジが弱いことがよく知られており（重力の影響であろうと言われている）、これはHL, LHの値に比べHHの値が小さいことが多いことを意味している（図1の式のように、HHはHL, LHと違い2で除算されないが、それでも小さいのである）。

【0052】

図3は、自然画像におけるHL, LH, HHの値のヒストグラムを示す図である。HL, LHの値に比べHHの値が小さいことが多いので、自然画像におけるHL, LH, HHの値のヒストグラムは図3のようになり、HHはより小さい値が頻出する形状をとる。こうしたヒストグラムの係数を非線形に量子化する場合には、出現頻度を考慮して、値が小さい範囲を密に（＝量子化区間を小さく）、大きい範囲を粗に（＝量子化区間を大きく）量子化するのが通常である。量子化区間が大きいほど、量子化誤差は大きくなるため、非線形な量子化の結果、HHよりも大きな値をとるLH, HLの量子化誤差の方が大きくなるのである。よって、HH起因のレンジオーバは、HL, LH起因のものよりも遙かに少なくなる。

【0053】

以上のように、レンジオーバ分をどの位置に配分すべきかは、「LH, HL, $HH/2$ の量子化誤差の確率的な大小関係」でまず決定され、さらに「どの（いずれの）係数に起因してもいいように対処するか」否かで決定される。ここで「 $HH/2$ の量子化誤差」とは「HHの量子化誤差の $1/2$ 」の意である。量子化ステップ数や量子化区間が、量子化器の設計時点で予め決定されることを考えれば、「HL, LH, $HH/2$ の量子化誤差の確率的な大小関係」は設計時点で決定され、オーバ分の配分先も、設計時点で決定可能なのである。確率的な処理（ほとんどの場合に有効に働く処理）でかまわないのであれば、配分先を探す必要はないのである。

よって、この「確率的な大小関係」、特に量子化誤差が確率的に最大となる係数を主体に考慮した場合、予め決定される配分位置の例は、以下の表2のようになる。なお、「次に配分」の意味は後述する。

【0054】

【表 2】

量子化誤差の確率的な大小関係	最初に配分すべき画素位置	次に配分すべき画素位置
$HL \geq LH \geq HH/2$	水平	対角
$HL \geq HH/2 \geq LH$	水平	対角
$LH \geq HL \geq HH/2$	垂直	対角
$LH \geq HH/2 \geq HL$	垂直	対角
$HH/2 \geq HL \geq LH$	水平	垂直
$HH/2 \geq LH \geq HL$	水平	垂直

【0055】

また、この「確率的な大小関係（量子化誤差が確率的に最小となる係数以外の2つの係数）」と「いずれの係数に起因してもいいように」の両方を考慮した場合、予め決定される配分位置の例は、以下の表3のようになる。

【0056】

【表 3】

量子化誤差の確率的な大小関係	最初に配分すべき画素位置	次に配分すべき画素位置
$HL \geq LH \geq HH/2$	対角	水平
$HL \geq HH/2 \geq LH$	水平	対角
$LH \geq HL \geq HH/2$	対角	垂直
$LH \geq HH/2 \geq HL$	垂直	対角
$HH/2 \geq HL \geq LH$	水平	垂直
$HH/2 \geq LH \geq HL$	垂直	水平

【0057】

また以上の例は、逆S変換される量（例えばRの値）とレンジオーバ補正される量が同じ場合（例えば、S変換だけで、輝度・色差への変換をしない場合）で説明したが、逆S変換される量が輝度や色差で、レンジオーバ補正される量がRGB値であるような場合でも適用が可能である。

【0058】

例えば、特公平7-63177号公報に記載の技術の場合、RGBから成るカラー画像データをブロック単位毎に輝度信号と色差信号に変換し、さらに明度信号を直交変換して係数を得、その後、該係数に量子化を施している。他方、色差信号は、直交変換はされずに、ブロック内の代表値のみが量子化・符号化（圧縮）される。一方、伸張時には、逆直交変換の後、逆色変換が施され、RGBの値が復号される。

【0059】

今、この直交変換がS変換であり、代表値として色差の平均値を用いる場合を考える。平均値とは、S変換で言うLL成分に相当するため、実はこれは、輝度・色差の全てをS変換し、色差に関しては、HL, LH, HH成分を全て破棄する（＝無限大の量子化ステップ数で量子化する）ことに他ならない。そして圧縮の主たる対象が自然画像である場合には、輝度、色差ともHH成分が最小である。

【0060】

色差に生じた量子化誤差は、逆色変換の際に結局RGBの誤差へと伝搬されるため、色差成分のS変換係数の、確率的な量子化誤差の大小関係に基づいて、R値やB値に生じたレンジオーバー分の配分先を決定しておくことが可能である。

【0061】

例えば、色変換がRCTと呼ばれる下式で表される場合、

$$\text{輝度 } Y = (R + 2G + B) / 4$$

$$\text{色差 } U = R - G$$

$$\text{色差 } V = B - G$$

その逆変換は、下式(5)～(7)になる。

$$R = G + U \quad \dots \quad (5)$$

$$G = Y - (U + V) / 4 \quad \dots \quad (6)$$

$$B = V + G \quad \dots \quad (7)$$

【0062】

上述の色変換は、4での除算部をフロア関数を使って切り捨てた場合、或いはシーリング関数を使用して切り上げた場合には可逆な変換となるため、該2つの場合にRCT (Reversible Component Transform) と呼ばれている。本出願明細書においては簡単のため、可逆か否かに関わらずRCTと略称することにする。

【0063】

伸張時においては、輝度、色差のいずれについても逆S変換がなされるため、U成分を例にとった場合、図1でaと表記した画素位置のUをUa、U成分をS変換したときの係数をULL, UHL等と表記すれば、

$$U_a = U_{LL} + (U_{HL} + U_{LH}) / 2 + U_{HH} / 4$$

$$U_b = U_{LL} - (U_{HL} - U_{LH}) / 2 - U_{HH} / 4$$

$$U_c = U_{LL} + (U_{HL} - U_{LH}) / 2 - U_{HH} / 4$$

$$U_d = U_{LL} - (U_{HL} + U_{LH}) / 2 + U_{HH} / 4$$

となる。今、Uの高周波は一律に破棄するため、これまでの議論同様、 $U_a \sim U_d$ のいずれにおいても、HH成分の量子化誤差が最小になる。

【0064】

そして各 $U_a \sim U_d$ は、式(5)によって $R_a \sim R_d$ へと逆RCTされ、

$$\begin{aligned} R_a &= G_a + U_a \\ &= Y_a - (U_a + V_a) / 4 + U_a \\ &= Y_a + 3/4 U_a - 1/4 V_a \quad \dots (8) \end{aligned}$$

なる計算がなされるが、通常の圧縮方式では、 Y_a に生じている誤差は、 U_a や V_a に生じている誤差に比べて小さい。伸張後の画質を上げるためには、輝度の量子化率を低くし、色差の量子化率を上げるのが常套手段であるからである。

【0065】

その結果、式(8)を通じて R_a に生じる誤差は、 U_a 、 V_a の量子化誤差が支配的となる。 U_a 、 V_a の確率的な量子化誤差が等しく設計されているならば、係数 $3/4$ が掛かった U_a に起因する誤差が最大となることになるが、係数毎に見れば、やはりUHH起因の量子化誤差が最小となるのである。以上の議論はV成分とB値の関係にも当てはまる。

したがって、色差成分のS変換係数の、確率的な量子化誤差の大小関係に基づいて、R値やB値に生じたレンジオーバー分の配分先を決定しておくことが可能なのである。

【0066】

またG成分への支配的な寄与は、輝度Yと色差U、Vの量子化率の違い(=設計方針)によっていずれの場合もありえる。輝度のHH成分又は色差のHH成分からの量子化誤差が最小となるのは同様である。よって、輝度成分又は色差成分のS変換係数の確率的な量子化誤差の大小関係に基づいて、G値に生じたレンジオーバー分の配分先を決定しておくことが可能なのである。

【0067】

また、以上では RCT を例にとったが、JPEG 等で使用される公知の YCbCr 変換等でも同様な議論が成立するのは明らかである。また、圧縮後の伸張時を例にとって説明したが、S 変換係数の量子化後に、逆 S 変換がなされる処理であれば、伸張・復号に関わらず適用可能なことも明らかである。

【0068】

本出願人による特願 2000-53721 号明細書に記載の画像データ処理では、逆 S 変換後の画像データ成分を処理する際に、レンジの上限を越える（下限を下回る）成分値を有する画素を探し、該画素の該成分値をレンジ内に入るように減らし（増やし）、S 変換係数 LH, HL, HH/2 の量子化誤差の確率的な大小関係に基づいて予め決定された画素の、前記成分値を増やす（減らす）よう提案している。

【0069】

以上の議論は、S 変換を前提としたものではあったが、その根底を貫く考え方は、符号化に使用する周波数領域への変換一般（直交変換及びそれに類する変換一般）に適用可能である。すなわち、本出願人による特願 2000-53721 号明細書における「レンジオーバー分をどの位置に配分すべきかは、「LH, HL, HH/2 の量子化誤差の確率的な大小関係」でまず決定される」との議論は、「レンジオーバー分をどの位置に配分すべきかは、周波数領域への変換の逆変換に使用される行列の各要素の値（これは定数である）と各要素に乘じられる周波数変換係数の各量子化誤差の積の、確率的な大小関係」でまず決定される」と一般化することが可能である。したがって、出願人は特願 2001-175009 号明細書において、以下のように述べた。

【0070】

通常の画像データは、高周波に比べ低周波成分を多く持つ。よって画像を周波数領域で扱うと、成分の偏りに応じて符号を割り当てることができ、データ量を削減することができる。上述の直交変換及びこれに類する変換とは、画像データを周波数領域の値（直交変換においては直交変換係数に相当）に変換する変換である。

【0071】

まず、 n 個の画像データ f_0, f_1, \dots, f_{n-1} から、 n 個の係数 F_0, F_1, \dots, F_{n-1} への線形な変換 A :

【0072】

【数1】

$$\begin{pmatrix} F_0 \\ F_1 \\ \vdots \\ F_{n-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_0 \\ f_1 \\ \vdots \\ f_{n-1} \end{pmatrix}$$

【0073】

を考え、この逆変換 B を

【0074】

【数2】

$$\begin{pmatrix} f_0 \\ f_1 \\ \vdots \\ f_{n-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} F_0 \\ F_1 \\ \vdots \\ F_{n-1} \end{pmatrix}$$

【0075】

とする。符号化は、画像データ f_0, f_1, \dots, f_{n-1} から係数 F_0, F_1, \dots, F_{n-1} を求め、必要に応じて係数を量子化し、さらに必要に応じて量子化後の係数にエントロピー符号化を施す、というのが通常の流れである。

【0076】

一方、復号する場合には、エントロピー符号を復号して量子化後の係数を得、その係数に逆量子化を行い、上述の逆変換 B を施して画像データを得ることができる。

【0077】

ここで、 n 個の係数 F_0, F_1, \dots, F_{n-1} の逆量子化後の値（量子化誤差を含んだ値）を、 $F_0', F_1', \dots, F_{n-1}'$ とし、それぞれに生じた量子化誤差を $eF_0', eF_1', \dots, eF_{n-1}'$ とすると、

$$f_0 = b_{11} \cdot F_0' + b_{12} \cdot F_1' + \dots + b_{1n} \cdot F_{n-1}'$$

であるから、

$$e f_0 = b_{11} \cdot e F_0' + b_{12} \cdot e F_1' + \dots + b_{1n} \cdot e F_{n-1}' \quad \dots (9)$$

である。ここで、 $e f_0$ はデータ f_0 に生じた誤差である。

【0078】

同様な表記法を用いれば、

$$e f_1 = b_{21} \cdot e F_0' + b_{22} \cdot e F_1' + \dots + b_{2n} \cdot e F_{n-1}' \quad \dots (10)$$

である。

【0079】

ここで注意すべきは、逆変換 B の要素 b_{ij} は常に定数であり、量子化誤差 F_0' 、 $e F_1'$ 、 \dots 、 $e F_{n-1}'$ の平均的な(確率的な)大小関係は決まっていることが多いということである。

【0080】

例えば、線形な量子化の場合、量子化ステップ数(線形量子化の除算の分母)が大きいほど量子化誤差は大きくなり、量子化ステップ数は、係数ごとに、すなわち F_0 、 F_1 、 \dots 、 F_{n-1} ごとに決められることが多い。つまり、復号する側にとってみれば、

$$e f_0 = b_{11} \cdot e F_0' + b_{12} \cdot e F_1' + \dots + b_{1n} \cdot e F_{n-1}'$$

の右辺の項、すなわち要素 b_{ij} と量子化誤差 $e F_{ij}$ の積の、どれが最大かは、最初から予想がつくのである。言い換えれば、右辺のうちの支配的な項は、確率的には最初から決まっているのである。

【0081】

今仮に、式(9)の右辺の支配的な項が $b_{1n} \cdot e F_{n-1}'$ とすると、

$$e f_0 \doteq b_{1n} \cdot e F_{n-1}' \quad \dots (11)$$

と近似できるとする。同様に、式(10)の右辺の支配的な項が $b_{2n} \cdot e F_{n-1}'$ とすると、

$$e f_1 \doteq b_{2n} \cdot e F_{n-1}' \quad \dots (12)$$

と近似できるとする。

【0082】

逆変換Bの要素に特殊性があり、例えば $b_{1n} = -b_{2n}$ である場合には、式 (11), (12) より、

$$ef_0 \doteq -ef_1$$

が成立する。これは、画像データ f_0 に誤差 e が生じている場合、近似的には、画像データ f_1 に $-e$ だけの誤差が生じていることを意味する。

【0083】

よって、画像データ f_0 の値がレンジ上限（例えば255）に近く、復号後の f_0 がレンジオーバを起こした場合（例えば260になった場合）、レンジを超えた部分（ $260 - 255 = 5$ ）を誤差と見なしうるならば、これを画像データ f_1 の復号値に加えてよいことになる。

【0084】

また、 $b_{1n} = -b_{2n}$ が成立しない場合でも、 b_{1n} と b_{2n} の極性が違う場合には、画像データ f_0 に生じている誤差と画像データ f_1 に生じている誤差は、逆の極性になる。

【0085】

よって、同様に復号後の f_0 がレンジオーバを起こした場合、レンジを超えた部分を誤差と見なしうるならば、これ（或いはこれの一部）を画像データ f_1 の復号値に加えると、 f_1 自体の誤差も改善される可能性があることになる。

【0086】

以上のように、逆変換行列の同じ列の要素中に、絶対値が同じで極性が逆であるペアが存在する例としては、アダマール変換やスラント変換、S変換、ウェーブレット変換（後述する 5×3 , 9×7 のウェーブレット変換等）等、多くの例を挙げることができる。なお、本発明の効果が成立するためには、極性だけが逆であればよく、絶対値が同じである必要は必ずしもない。

【0087】

従って、S変換に限らず、上述した逆変換行列の要素に特殊性がある場合は、広く「周波数領域への変換の逆変換に使用される行列の要素の値と、該要素に乗

じられる周波数変換係数に生じる量子化誤差との積の、確率的な大小関係を利用して決定される所定の画素に対して、レンジオーバ分を配分する」ことが可能なのである。

【0088】

以下、一般的な周波数領域への変換として、J P E G 2 0 0 0で規定されているウェーブレット変換をとりあげ、本発明に係る原理を具体的に説明するが、一般的な周波数領域への変換にも適用できることは言及するまでもない。

【0089】

図4は、本発明に係る画像データ処理装置及び方法を説明するためのブロック図で、J P E G 2 0 0 0におけるDWT方式の画像圧縮／伸張アルゴリズムを説明するための図である。

色空間変換・逆変換部1からの入力又は色空間変換・逆変換部1への出力として、さらにはタグ処理部5からの入力又はタグ処理部5への出力として、2次元ウェーブレット変換・逆変換部2、量子化・逆量子化部3、エントロピー符号化・復号化部4のそれぞれが備えられている。各部は正逆方向で別構成としても良いことは言及するまでもないが、各部における処理はコンポーネント毎に実行するような構成としてもよい。

【0090】

J P E G 2 0 0 0は、2001年に国際標準になったJ P E G後継の画像圧縮伸張方式であり、図4のように、2次元ウェーブレット変換・逆変換部2、量子化・逆量子化部3、エントロピー符号化・復号化部4等で構成されている。このうち本発明に関する部分は、2次元ウェーブレット逆変換部である。

【0091】

J P E G 2 0 0 0で規定されているウェーブレット変換には、5×3ウェーブレット変換及び9×7ウェーブレット変換の2種類があり、ウェーブレット変換に関してはこれらの変換のみを説明するが、他のウェーブレット変換にも適用可能である。

【0092】

5×3ウェーブレット変換では、画像に対してまず垂直方向に、偶数番目の画

素の画素値 ($P(2i)$ 等と表記) と奇数番目の画素値 ($P(2i+1)$ 等と表記) に下式 (13) を適用して (中間段階の) ウェーブレット係数 ($C(2i+1)$ 等と表記) を得た後、偶数番目の画素値 ($P(2i)$ 等と表記) と、先に求めた奇数番目のウェーブレット係数を用いて、下式 (14) で (やはり中間段階の) ウェーブレット係数を求める。なお、下式における記号 $\lfloor _ \rfloor$ は、フロア関数を示す。

$$C(2i+1) = P(2i+1) - \lfloor (P(2i) + P(2i+2)) / 2 \rfloor \quad \dots \quad (13)$$

$$C(2i) = P(2i) + \lfloor (C(2i-1) + C(2i+1) + 2) / 4 \rfloor \quad \dots \quad (14)$$

【0093】

次に、水平方向に、奇数及び偶数番目の画素の係数値に式 (13) (ここでは $P(2i)$ 等は、一度垂直方向への変換を受けたものであるから、係数を指す) を適用してウェーブレット係数を得た後、偶数番目の係数値と、先に求めた奇数番目のウェーブレット係数を用いて、式 (14) でウェーブレット係数を求める。

【0094】

図5は、ウェーブレット係数の2次元配列とその種類を説明するための図である。

上述の垂直及び水平方向の変換が終わった後には、最終的なウェーブレット係数の2次元配列が得られる。今これを $C(x, y)$ と表記すると、 $C(2i, 2j)$ が $LL(11)$ 、 $C(2i+1, 2j)$ が $HL(12)$ 、 $C(2i+1, 2j+1)$ が $LH(13)$ 、 $C(2i+1, 2j+1)$ が $HH(14)$ と呼ばれる係数である。ただし、 $i \geq 0$ 、 $j \geq 0$ とする。このようにウェーブレット変換では、1回の変換 (デコンボジション) で、 LL 、 HL 、 LH 、 HH 4種類の係数が、各々原画像の画素数の $1/4$ の数だけ得られる。なお、ここでの「デコンボジション」に関し、JPEG2000 Part I FDIS (Final Draft international Standard) には、以下のように定義されている。

decomposition level:

A collection of wavelet subbands where each coefficient has the same spatial impact or span with respect to the source component samples. These

e include the HL, LH, and HH subbands of the same two dimensional subband decomposition. For the last decomposition level the LL subband is also included.

【0095】

逆変換時には、これら4種類の係数に対して逆変換を実施する。逆変換時には、係数の2次元配列に対してまず水平方向に、偶数及び奇数番目の係数値 ($C(2i)$, $C(2i+1)$ 等と表記) に下式 (15) を適用して (中間段階の) ウェーブレット係数を得た後、奇数番目の係数値 ($C(2i+1)$ 等と表記) と、先に求めた偶数番目のウェーブレット係数を用いて、下式 (16) で (やはり中間段階の) ウェーブレット係数を求める。下式における記号 $\lfloor _ \rfloor$ は、フロア関数を示す。

$$P(2i) = C(2i) - \lfloor (C(2i-1) + C(2i+1) + 2) / 4 \rfloor \quad \dots \quad (15)$$

$$P(2i+1) = C(2i+1) + \lfloor (P(2i) + P(2i+2)) / 2 \rfloor \quad \dots \quad (16)$$

【0096】

次に、垂直方向に、偶数及び奇数番目の係数値に式 (15) を適用して画素値を得た後、奇数番目の係数値と、先に求めた偶数番目の画素値を用いて、式 (16) で最終的な画素値を求める。これにより、周波数領域の係数の2次元配列が、画素値の2次元配列 $P(x, y)$ へと逆変換される。

【0097】

このように、ウェーブレット変換の逆変換においても、各画素値はウェーブレット係数の線形和として与えられ、その式は画素位置によって4種類に分かれる。

図6乃至図9は、 5×3 ウェーブレット逆変換に使用される定数の例を示す図で、各図 (A) で画素位置毎の画素値を、各図 (B) で対応する係数位置を示している。

まず、画素値 $P(2i, 2j)$ は、その画素位置を取り囲む9つの係数の線形和として与えられる。図6は、その9つの係数に乘じられる定数 (前述した、逆変換行列の要素の値に相当する) を、係数の位置に対応させて示したものであり、例えば画素値 $P(2i, 2j)$ の画素位置21に対応する係数の位置を位置2

2 (LLの位置)として表している。すなわち、次のように逆変換される。

【0098】

$$P(2i, 2j) = 0.0625 \cdot C(2i-1, 2j-1) - 0.25 \cdot C(2i, 2j-1) + 0.0625 \cdot C(2i+1, 2j-1) - 0.25 \cdot C(2i-1, 2j) + C(2i, 2j) - 0.25 \cdot C(2i+1, 2j) + 0.0625 \cdot C(2i-1, 2j+1) - 0.25 \cdot C(2i, 2j+1) + 0.0625 \cdot C(2i+1, 2j+1) - 0.75$$

【0099】

5×3の場合、式(15)中に定数項2が存在するため、逆変換の式にも定数項-0.75が存在する。また正確には、式中にフロア関数が入るが、本発明の議論には影響を与えないので簡単のため省略している。

【0100】

ここで、 $C(2i, 2j)$ 等の係数が逆量子化後のものであり、その量子化誤差を $C(2i, 2j)'$ とすれば、これまで同様、以下ようになる。なお、下式の定数項は、誤差を議論する場合には無関係となる。

$$P(2i, 2j)' = 0.0625 \cdot C(2i-1, 2j-1)' - 0.25 \cdot C(2i, 2j-1)' + 0.0625 \cdot C(2i+1, 2j-1)' - 0.25 \cdot C(2i-1, 2j)' + C(2i, 2j)' - 0.25 \cdot C(2i+1, 2j)' + 0.0625 \cdot C(2i-1, 2j+1)' - 0.25 \cdot C(2i, 2j+1)' + 0.0625 \cdot C(2i+1, 2j+1)'$$

【0101】

同様に、図7乃至図9は、それぞれ $P(2i+1, 2j)$ 、 $P(2i, 2j+1)$ 、 $P(2i+1, 2j+1)$ について逆変換に使用される定数値を示したものであり、図6と同様に、それぞれ画素値の位置を画素位置23, 25, 27で表し、対応する係数の位置をそれぞれ位置24, 26, 28(HL, LH, HHの位置)として表している。

【0102】

これまでの議論では、復号側にとって、確率的な $C(2i, 2j)'$ 等が既知であることが必要である。ここで、 $C(2i, 2j)$ はLL、 $C(2i+1, 2$

j) は HL、 $C(2i+1, 2j)$ は LH、 $C(2i+1, 2j+1)$ は HH と呼ばれる係数であった。ウェーブレット変換を使用する符号化において線形量子化を行う場合、上述の4種類の係数ごとに量子化ステップ数(係数を除算するときの分母)を設定するのが通常であり、JPEG2000でも同様である。JPEG2000の場合、線形量子化を行う場合には、符号中にその量子化ステップ数を埋め込む仕様になっているため、復号の際にこれを容易に知ることができる。また、線形量子化とは別の手法、例えばトランケートとよばれる符号削減による量子化などで量子化されている場合にも、当然ながら復号時には量子化ステップ数相当の量を知ることができる。

【0103】

今ここで、LL, HL, LH, HHに対する量子化ステップ数を、順に1, 4, 32, 32, 64 (1:8:8:16) としたとする。通常、確率的な量子化誤差は、量子化ステップ数に比例すると近似してよいので、次のようになる。

$$C(2i, 2j)' : C(2i+1, 2j)' : C(2i+1, 2j)' : C(2i+1, 2j+1)' = 1 : 8 : 8 : 16$$

【0104】

図5のように、LL係数は多数存在するが、それら全てに対する確率的な量子化誤差は、量子化ステップ数で決まるため等しくなる。

なお、逆量子化時には、逆量子化後のウェーブレット係数に前記量子化ステップ数を乗じるのが最も単純な方法であり、この場合には、

〔量子化前のウェーブレット係数〕 \geq 〔逆量子化後のウェーブレット係数〕となり、明らかに上述の近似が成立する。

【0105】

一方、より正確な逆量子化のため、実験的にもとめた定数 α (例えば0.5) を用いて、

$$〔逆量子化後のウェーブレット係数〕 = (〔量子化後のウェーブレット係数〕 \pm \alpha) \times 〔前記量子化ステップ数〕$$

とするのも一般的である。この場合には、量子化誤差は、正、負、0のいずれの値もとるが、やはり上述の近似が成立する。

【0106】

図10乃至図13は、それぞれ図6乃至図9の定数から得た、4種類の位置の画素に生じる誤差に対する、各位置の寄与度を示す図である。

図6乃至図9の定数に上述の確率的な量子化誤差の比を乗じると、4種類の位置（LL, HL, LH, HHの位置）の画素に生じる誤差に対する、各位置の寄与度は、それぞれ図10乃至図13に示すようになる。なお、図10乃至図13においては、各図（A）で画素値を、各図（B）で対応する係数位置を示し、各図（A）において寄与度の最も大きい係数の位置に網掛けをして示している。

【0107】

ここで、図13に注目すると、HH位置の画素の誤差への寄与は、HH位置からの寄与が最大である。よってHH位置の画素がレンジオーバ（＝レンジを越える、或いは下回る）した場合、それはHH位置にあった係数（＝HH係数）の誤差によるものである確率が最も大きいと推測できる。もちろん、実際の個々の場合においては、HH係数の単独の誤差だけでなく、計25個の（係数の誤差×定数）の和によってレンジオーバが生じるため、本推測が成立しない場合もある。そうした場合をも考慮に入れた確率的観点から、別の推測をすることも可能であろう。しかしながら、上述の簡易な推測が妥当な場合も多いのである。

【0108】

さて、ではHH係数の誤差が原因でHH位置の画素がレンジを越えた場合、該HH係数の誤差が、他の画素にどう作用するかを考える。図13と図11を比較すると、HH位置の寄与度は、図13で9であるのに対して、図11で逆の極性の-3である。しかもこの-3という寄与度は、図11中の寄与度の内、上から2番目のものである。

【0109】

よって、HH位置の画素がレンジを越えた場合、HL位置の画素はレンジを下回る可能性が高いといえる。従って、HH位置の画素のレンジを越えた分は、HL位置の画素に配分すべきであると推測可能である。HH位置の画素がレンジを下回った場合にも、同様に考えて、HL位置の画素から配分すべきであると推測可能である。

【0110】

ただし、図13と図12の比較においても、「9」「-3」という同様な議論が成り立つため、HH位置の画素のレンジオーバ分は、LH位置の画素に配分すべきであると推測することも、同じ確率で可能である。

【0111】

同様な議論で、HL位置の画素に誤差が生じると、それはHL位置（寄与度6）の係数の誤差であると推測でき、その誤差はLL位置の画素に反対かつ最大（寄与度-2）に働くため、LH位置の画素のレンジオーバはLL位置に配分すべきとなる。また、LL位置の次としては、寄与度が-1であるLH位置の画素が配分すべき候補となる。また、LH位置の次の第3候補としては、「6」の次に大きいHH位置の寄与度「-3」によるレンジオーバと考え、同じHH位置での寄与度が「9」であるHH位置に配分することとなろう。

また、LL位置のレンジオーバの配分は、寄与度「-2」の逆極性の「6」を有するHL又はLHである。

【0112】

図14は、レンジオーバに際し、確率的観点からあらかじめ決定された配分先の例を示す図である。

以上の議論をまとめれば、レンジオーバに際し、確率的観点からあらかじめ決定された配分先の例としては、LL位置の画素がレンジオーバした場合はHL又はLH位置の画素へ配分し、HL位置の画素がレンジオーバした場合はLL位置（次候補はLH位置）の画素へ配分し、LH位置の画素がレンジオーバした場合はLL位置（次候補はHL位置）の画素へ配分し、HH位置の画素がレンジオーバした場合はHL又はLH位置の画素へ配分するようにすればよい。

【0113】

なお、以上の議論では、量子化ステップ数の比を1:8:8:16としたが、これを1:1:1:1とした場合の寄与度は当然異なる。

図15は、量子化ステップ数の比を1:1:1:1とした場合の寄与度を示す図である。なお、図15においては簡単のため各位置ごとに寄与度の最大値のみを記載しており、図10乃至図13を省略して表現したものである。同様な考え

方を適用すれば、やはり図14を得ることができる。従って、個々の量子化ステップ数の比を考慮して配分先を変えることも可能ではあるが、比によらず、ある程度配分先を固定しておくことも可能である。

【0114】

これまでの説明では、LL位置からみると、図14でいうHL位置の画素は「水平方向右に隣接した画素」であり、LH画素の位置は「垂直方向下に隣接した画素」である。しかし、図10乃至図13の寄与度の対称性を考えれば、図14でいうHL位置を「水平方向左に隣接した画素」を指すものとし、LH画素の位置を「垂直方向上に隣接した画素」を指すものとしてもよい。つまり、左右上下を区別しない方法もある。

【0115】

なお、以上では5×3ウェーブレットを具体例として説明したが、次に9×7ウェーブレットを具体例として説明する。

図16乃至図19は、9×7ウェーブレット逆変換に使用される定数の例を示す図である。図16乃至図19においては、それぞれ、画素値 $P(2i, 2j)$ 、 $P(2i+1, 2j)$ 、 $P(2i, 2j+1)$ 、 $P(2i+1, 2j+1)$ が、画素位置31, 32, 33, 34に表され、それらは、それぞれ係数位置LL, HL, LH, HHに対応している。

図20は量子化ステップ数の比を1:8:8:16とした場合の寄与度を示す図で、図21は量子化ステップ数の比を1:1:1:1とした場合の寄与度を示す図である。なお、図20及び図21においては簡単のため各位置ごとに寄与度の最大値のみを記載している。

【0116】

9×7ウェーブレットの場合も5×3ウェーブレットの場合と同様に、図16乃至図19を得、量子化誤差の比を考慮した図20、図21をもとに同様な議論をすると、やはり図14の表を配分例として採用することができる。なお、9×7ウェーブレット変換の方法等は直接本発明の原理には関係しないので、公知のJPEG2000の標準仕様書等を参照されたい。

【0117】

本出願人による特願 2 0 0 1 - 1 7 5 0 0 9 号明細書に記載の画像データ処理では、所定の周波数領域への変換の逆変換により、周波数領域から逆変換された画像データ成分を処理する際に、レンジの上限を越える（下限を下回る）成分値を有する画素を探し、該画素の該成分値をレンジ内に入るように減らし（増やし）、前記逆変換に使用される行列の各要素と各要素に乘じられる周波数変換係数に生じる各量子化誤差との積の、確率的な大小関係を利用して予め決定された画素の、前記成分値を増やす（減らす）よう提案している。

【 0 1 1 8 】

このように、レンジオーバ分を予め規定した所定の画素に配分する場合、配分後のこの所定画素の値もレンジ内に収まるのが通常である。しかし、係数間の誤差の累積等により、配分後の所定画素の値が、レンジを越えたり、下回ったりすることがある。かかる場合には、再配分か、丸め処理が必要である。表 2、表 3 のところで述べた「次に配分」とは、この再配分のことである。

【 0 1 1 9 】

そこで、他の実施形態に係る画像データ処理装置においては、予め決定された画素の成分値を増やした結果、その成分値がさらにレンジの上限（下限）を越えた場合に、その画素の成分値をレンジ内に入るように減らし（増やし）、上述の確率的な大小関係を利用して予め決定された第 2 の画素の、その成分値を増やす（減らす）よう提案している。

【 0 1 2 0 】

図 2 2 は、レンジオーバに際し、確率的観点からあらかじめ決定された配分先の例を示す図である。この例では、図 2 2 に示した位置の画素に対してレンジオーバ分の値の配分を行う。これは図 1 4 と類似のものであるが、第 2 配分先とは、第 1 配分先への配分の結果、第 1 配分先自体がレンジオーバを起こしてしまった場合、その第 1 配分先のレンジオーバ分をさらに配分すべき位置を示している。これは、「確率的観点から第一配分先が妥当」という仮定が完全には成立しなかった場合に、確率的観点から第 2 配分先へ配分するものである。すなわち、レンジオーバに際し、確率的観点からあらかじめ決定された第 1 配分先の例として、（1）LL 位置の画素がレンジオーバした場合は HL 位置の画素へ配分し、（

2) HL位置の画素がレンジオーバした場合はLL位置の画素へ配分し、(3) LH位置の画素がレンジオーバした場合はLL位置の画素へ配分し、(4) HH位置の画素がレンジオーバした場合はLH位置の画素へ配分するようにする。さらに、第1配分先自体がレンジオーバを起こしてしまった場合には、第2配分先としてそれぞれ(1) LL位置へ、(2) LH位置へ、(3) LH位置へ、(4) HL位置へ、配分するとよい。第2配分先の決定法は図22を見れば明らかであるが、ここでは簡単のため、LH位置の第2配分先を同じLH位置としている。1回目の配分後LL位置がオーバした場合には、HL又はLHのどちらかからの配分によるオーバと考えられ、配分もとの位置情報を保持しておけば、どちらからかを判別することも可能である。しかし、ここでは、簡易にHLからと仮定して、HLの第2配分先のLHへ配分することとしている。

【0121】

また、以上の説明では、確率的な観点のみから図14及び図22の配分例を導出したが、観点として、プログラムの実装上の都合や処理速度、或いは特願2000-53721号明細書に記載した『どの(いずれの)係数に起因してもいいように対処するか』といった別の観点を加え、図14及び図22とは別の配分先をあらかじめ決定しておくことも容易である。本出願明細書において「利用して」とは、確率的観点のみに基づくことを意味しておらず、かかる別の観点を加味してもよいことを意味している。

【0122】

以上の議論は、「レンジオーバ分をどの位置に配分すべきかは、周波数領域への変換の逆変換に使用される行列の要素の値(これは定数である)と、該要素に乘じられる周波数変換係数の量子化誤差の積の、確率的な大小関係でまず決定される」との立場に立った議論であるが、より簡易な方法も存在する。上述したように「本発明の効果が成立するためには、極性だけが逆であればよく、絶対値が同じである必要は必ずしもない」からである。つまり、量子化誤差を考慮せずとも、逆変換行列の要素がもつ極性の違いさえ利用すれば、最大あるいは最適ではないにしろレンジオーバ分を補正する効果が得られるからである。

【0123】

また、上述したように「個々の量子化ステップ数の比を考慮して配分先を変えることも可能ではあるが、比によらず、ある程度配分先を固定しておくことも可能」である。つまり、量子化誤差を考慮せずに、逆変換行列の要素の極性及びその要素の絶対値の大きさだけを利用して、レンジオーバー分を補正する効果が得られるのである。

以上をもとに、本発明の実施形態を説明する。

【0124】

図23乃至図26は、それぞれ図10乃至図13に示した 5×3 ウェーブレット変換の逆変換時の定数から、極性だけを取り出して表した図であり、各図(A)で画素値の極性を、各図(B)で対応する係数位置を示し、各図(A)において寄与度の最も大きい係数の位置に網掛けをして示している。画素値 $P(2i, 2j)$ は、その画素位置を取り囲む9つの係数の線形和として与えられ、図23においては、その9つの係数に乘じられる定数(前述した、逆変換行列の要素の値に相当する)の極性を、係数の位置に対応させて示したものであり、例えば画素値 $P(2i, 2j)$ の画素位置41に対応する係数の位置を位置42(LLの位置)として表している。同様に、図24乃至図26は、それぞれ $P(2i+1, 2j)$ 、 $P(2i, 2j+1)$ 、 $P(2i+1, 2j+1)$ について逆変換に使用される定数の極性を示したものであり、図23と同様に、それぞれ画素値の位置を画素位置43、45、47で表し、対応する係数の位置をそれぞれ位置44、46、48(HL, LH, HHの位置)として表している。

【0125】

ここで極性が+とは、その定数に乘じられるウェーブレット係数の量子化誤差の極性が+である場合に、画素値へも+の誤差が伝達されることを意味し、-の場合は、逆の極性の誤差が伝達されることを意味する。これらの極性をまとめると図27となる。図27には、 5×3 ウェーブレット逆変換における、各位置の係数のレンジオーバーへの寄与の方向(極性)を示しており、 9×7 ウェーブレット逆変換の場合にも極性をまとめると図27と同じになる。

【0126】

例えば、LL位置の画素がレンジをオーバーし、それがHL位置の係数の誤差に

起因する場合、その係数の誤差はHH位置の画素に対しては、逆極性に働く。また、そのレンジオーバーがLH位置の係数の誤差に起因する場合にも、該係数の誤差は同様にHH位置の画素に対して逆極性に働く。つまり、2つのケースのどちらの場合でも効果を発揮する配分法として、LL位置の画素のレンジオーバー分の値を、HH位置に配分する方法が存在する。これは正に、先の特願2000-53721号明細書に記載の『どの（いずれの）係数に起因してもいいように対処する』といった観点での決定法である。HL位置の画素とLH位置の画素の関係も同様であり、『どの（いずれの）係数に起因してもいいように対処する』ような決定が可能である。

【0127】

図28は、レンジオーバーに際し、極性のみから予め決定された配分先の例を示す図である。

先の特願2001-175009号明細書に記載の発明と同様に、省メモリのため、図5の太線で示した4画素単位でレンジオーバー補正処理を行うとすれば、極性のみを考慮した簡易な方法では、図28のように第1の配分先を対角画素と規定することができる。すなわち、レンジオーバーした画素が、LL位置、HL位置、LH位置、HH位置であった場合に、それぞれ、HH位置（対角）へ、LH位置（対角）へ、HL位置（対角）へ、LL位置（対角）へ、第1の配分を行うようにする。また、第1の配分によって配分先にレンジオーバーが生じた場合には、上記“起因”の仮定が不適切であった可能性が高いため、HH位置に起因すると考えて、LL位置とLH位置間、HL位置とHH位置間で再配分を行うことが可能である。

【0128】

図29乃至図31は、それぞれレンジオーバーに際し、極性のみから予め決定された配分先の他の例を示す図である。

図28の配分先の決定方法と同様に極性のみを考慮する場合、第2の配分先に関して、図29に示した選択も可能である。すなわち、第1の配分を図28にしたがって行い、第1の配分によって配分先にレンジオーバーが生じた場合には、上記“起因”の仮定が不適切であった可能性が高いため、HH位置に起因すると考

えて、LL位置とHL位置間、LH位置とHH位置間で再配分を行う。

【0129】

また同様な考え方で、図30や図31に示した選択も可能である。

図30においては、レンジオーバした画素が、LL位置、HL位置、LH位置、HH位置であった場合に、それぞれ、LH位置（垂直）へ、HH位置（垂直）へ、LL位置（垂直）へ、HL位置（垂直）へ、第1の配分を行うようにする。第1の配分によって配分先にレンジオーバが生じた場合には、上記“起因”の仮定が不適切であった可能性が高いため、LH位置に起因すると考えて、LL位置、HL位置、LH位置、HH位置でのレンジオーバそれぞれに対し、HL位置（水平）又はHH（対角）へ、LL位置（水平）又はLH（対角）へ、HH位置（水平）又はHL（対角）へ、LH位置（水平）又はLL（対角）へ、第2の配分を行うようにする。

【0130】

図31においては、レンジオーバした画素が、LL位置、HL位置、LH位置、HH位置であった場合に、それぞれ、HL位置（水平）へ、HH位置（水平）へ、LL位置（水平）へ、LH位置（水平）へ、第1の配分を行うようにする。第1の配分によって配分先にレンジオーバが生じた場合には、上記“起因”の仮定が不適切であった可能性が高いため、HL位置に起因すると考えて、LL位置、HL位置、LH位置、HH位置でのレンジオーバそれぞれに対し、LH位置（垂直）又はHH（対角）へ、HH位置（垂直）又はLH（対角）へ、LL位置（垂直）又はHL（対角）へ、HL位置（垂直）又はLL（対角）へ、第2の配分を行うようにする。

【0131】

以上は、確率的観点を無視して簡易さを優先した方法であるが、続いて、逆変換行列の要素の極性に加えその要素の絶対値の大きさにも基づき、寄与度を考慮して決めた例を示す。この場合、上述した図15が、まさに「逆変換行列の要素の極性と、その要素の絶対値の大きさに基いた寄与度」を示した物となる。よって5×3ウェーブレット変換の場合、「逆変換行列の要素の極性と、その要素の絶対値の大きさに基いた寄与度」のみを利用してあらかじめ決定される配分先は

、図 1 4 或いは図 2 2 に示すようになるのである。

同様に、9×7ウェーブレットの場合は図 2 1 が寄与度を示し、図 2 2 がその配分先となるのである。

【0 1 3 2】

図 3 2 は、本発明に係る画像データ処理装置を説明するためのブロック図である。

本発明の一実施形態に係る画像データ処理装置 5 0 は、所定の周波数領域への変換の逆変換により周波数領域から逆変換された画像データ成分（例えば前述の R 値や B 値、さらには輝度や色差でもよい）を処理する装置であり、レンジオーバー画素チェック手段 5 1 と、成分値修正手段 5 2 と、成分値配分手段 5 3 とを有するものとする。レンジオーバー画素チェック手段 5 1 は、レンジの上限を越える成分値を有する画素を探す手段である。また、成分値修正手段 5 2 は、レンジオーバー画素チェック手段 5 1 で探した画素の成分値をレンジ内に入るように減らす手段である。成分値配分手段 5 3 は、成分値修正手段 5 2 で減らす成分値に対して他の画素の同じ成分値を増やす手段である。ここで、他の画素とは、この逆変換に使用される行列の各要素の極性（又は極性及び絶対値）を利用して、予め決定された画素のことである。本実施形態によれば、レンジ上限オーバー時に、簡易な手法で逆変換後（伸張・復号時）の色味の変化を抑え、高画質な処理（伸張・復号処理）を行うことが可能となる。

なお、後述する各実施形態においては図 3 2 を参照して各手段を、本実施形態での各手段と同じものとして説明してあるが、当然同一手段である必要はなく、さらに、各手段が各実施形態での機能のみを備えていても、他の実施形態での機能を兼ね備えていてもよい。

【0 1 3 3】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置は、所定の周波数領域への変換の逆変換により周波数領域から逆変換された画像データ成分（例えば前述の R 値や B 値、さらには輝度や色差でもよい）を処理する装置であり、レンジオーバー画素チェック手段 5 1 と、成分値修正手段 5 2 と、成分値配分手段 5 3 とを有するものとする。レンジオーバー画素チェック手段 5 1 は、レンジの下限を下

回る成分値を有する画素を探す手段である。また、成分値修正手段52は、レンジオーバー画素チェック手段51で探した画素の成分値をレンジ内に入るように増やす手段である。成分値配分手段53は、成分値修正手段52で増やす成分値に対して他の画素の同じ成分値を減らす手段である。ここで、他の画素とは、この逆変換に使用される行列の各要素の極性（又は極性及び絶対値）を利用して、予め決定された画素のことである。本実施形態によれば、レンジ下限を下回ったときに、簡易な手法で逆変換後（伸張・復号時）の色味の変化を抑え、高画質な処理（伸張・復号処理）を行うことが可能となる。

【0134】

以上のように、レンジオーバー分を予め規定した所定の画素に配分する場合、配分後のこの所定画素の値もレンジ内に収まるのが通常である。しかし、係数間の誤差の累積等により、配分後の所定画素の値が、レンジを越えたり、下回ったりすることがある。かかる場合には、再配分か、丸め処理が必要である。表2、表3のところで述べた「次に配分」とは、この再配分のことである。

【0135】

そこで、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置においては、予め決定された画素の成分値を増やした結果、その成分値がさらにレンジの上限を越えた場合に、成分値修正手段52により、その画素の成分値をレンジ内に入るように減らし、成分値配分手段53により、極性（又は極性及び絶対値）を利用して予め決定された第2の画素の、その成分値を増やす。本実施形態によれば、レンジ上限オーバーが繰り返されたときに、より簡易な手法で逆変換後（伸張・復号時）の色味の変化を抑え、高画質な処理（伸張・復号処理）を行うことが可能となる。

【0136】

ここで、本発明の他の実施形態として、値を増やした画素の成分値、すなわち予め決定された画素又は第2の画素の成分値が、さらにレンジの上限を越えた場合に、その画素の成分値をレンジ上限の値とする（丸め処理）手段を備えてもよい。本実施形態によれば、レンジオーバーが繰り返されたときの対処を、より簡易に行うことが可能となる。

【0137】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置においては、予め決定された画素の成分値を減らした結果、その成分値がさらにレンジの下限を下回った場合に、成分値修正手段52により、その画素の成分値をレンジ内に入るように増やし、成分値配分手段53により、極性（又は極性及び絶対値）を利用して予め決定された第2の画素の、その成分値を減らす。本実施形態によれば、レンジ下限をオーバ（下回る）が繰り返されたときに、より簡易な手法で逆変換後（伸張・復号時）の色味の変化を抑え、高画質な処理（伸張・復号処理）を行うことが可能となる。

【0138】

ここで、本発明の他の実施形態として、値を減らした画素の成分値、すなわち予め決定された画素又は第2の画素の成分値が、さらにレンジの下限を下回った場合に、その画素の成分値をレンジ下限の値とする（丸め処理）手段を備えてもよい。本実施形態によれば、レンジオーバが繰り返されたときの対処を、簡易に行うことが可能となる。

【0139】

本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置は、上述の予め決定された画素が、レンジの上限を越える画素又はレンジの下限を下回る画素に、垂直方向に隣接した画素であり、且つ、上述の予め決定された第2の画素が、さらにレンジの上限を越えた画素又はさらにレンジの下限を下回った画素に、水平方向に隣接した画素又は対角方向に隣接した画素であるようにしたものである。本実施形態によれば、画像の復号時において、レンジオーバ（レンジの上限又は下限のオーバ）が繰り返されたときの対処を簡易に行うことが可能となる。

【0140】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置は、上述の予め決定された画素が、レンジの上限を越える画素又はレンジの下限を下回る画素に、水平方向に隣接した画素であり、且つ、上述の予め決定された第2の画素が、さらにレンジの上限を越えた画素又はさらにレンジの下限を下回った画素に垂直方向に隣接した画素又は対角方向に隣接した画素であるようにしたものである。本実施

形態によれば、画像の復号時において、レンジオーバが繰り返されたときの対処を簡易に行うことが可能となる。

【0141】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置は、上述の予め決定された画素が、レンジの上限を越える画素又はレンジの下限を下回る画素に、対角方向に隣接した画素であり、且つ、上述の予め決定された第2の画素が、さらにレンジの上限を越えた画素又はさらにレンジの下限を下回った画素に垂直方向に隣接した画素又は水平方向に隣接した画素であるようにしたものである。本実施形態によれば、画像の復号時において、レンジオーバが繰り返されたときの対処を簡易に行うことが可能となる。

【0142】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置は、上述の予め決定された画素が、レンジの上限を越える画素又はレンジの下限を下回る画素に、垂直方向に隣接した画素又は水平方向に隣接した画素又は対角方向に隣接した画素であるようにしたものである。本実施形態によれば、画像の復号時において、より簡易な手法で逆変換後（伸張・復号時）の色味の変化を抑え、高画質な処理（伸張・復号処理）を行うことが可能となる。

【0143】

また、本発明の他の実施形態として、上述の各実施形態の画像データ処理装置において、減らす値の大きさと増やす値の大きさを一致させるようにしてもよい。本実施形態によれば、増減させる成分値の総和（平均値）を保持することで、色味の変化を精密に抑え、高画質な処理（伸張・復号処理）を行うことが可能となる。

【0144】

また、特願2000-53721号明細書に記載の考察と同様の考察により、該明細書で記した『色差成分のS変換係数の、確率的な量子化誤差の大小関係に基づいて、R値やB値に生じたレンジオーバ分の配分先を決定しておくことが可能』という事実は、本発明においては『色差成分の逆変換に使用される行列の要素の極性、又は極性及びその絶対値を利用して、R値やB値に生じたレンジオー

バ分の配分先を決定しておくことが可能』と読み替えられる。同様に、該明細書の『輝度成分又は色差成分のS変換係数の確率的な量子化誤差の大小関係に基づいて、G値に生じたレンジオーバ分の配分先を決定しておくことが可能』という事実は、『輝度成分又は色差成分の逆変換に使用される行列の要素の極性、又は極性およびその絶対値を利用して、G値に生じたレンジオーバ分の配分先を決定しておくことが可能』と読み替えることができる。

【0145】

したがって、本発明の他の実施形態として、上述の各実施形態の画像データ処理装置において、上述の逆変換が画像データの色差成分に対してなされるものとし、且つ、補正する成分値をR値又はG値又はB値としてもよい。本実施形態によれば、逆変換後に逆色変換がなされる典型的な復号化経路において、RGB値のレンジオーバへの対処を、上述の逆変換に使用される行列の各要素の極性（及び絶対値）を利用して簡易に行うことが可能となる。

【0146】

また、本発明の他の実施形態として、上述の各実施形態の画像データ処理装置において、上述の逆変換が画像データの輝度成分に対してなされるものとし、且つ、補正する成分値をG値としてもよい。本実施形態によれば、逆変換後に逆色変換がなされる典型的な復号化経路において、G値のレンジオーバへの対処を、前記逆変換に使用される行列の各要素の極性（及び絶対値）を利用して簡易に行うことが可能となる。

【0147】

また、先の出願で記したように、復号後（伸張後）の画質を維持するためには、輝度の量子化率を色差の量子化率よりも低くするのが通常であるが、かかる場合は、前述のRCTの式（5）～（7）の例からも明らかなように、Gに生じる誤差は、R、Bに生じる誤差よりも小さくなる。その結果Gの場合、レンジオーバが生じたとしても、オーバ分の値は小さい。

【0148】

そこで、本発明の他の実施形態として、上述の各実施形態の画像データ処理装置において、上述したレンジ上限を越える成分値又はレンジ下限を下回る成分値

がGである場合に、Gの値を丸め処理する手段を備えてもよい。本実施形態によれば、オーバ分の値が小さいと想定される成分値の場合には丸め処理にすることにより、レンジオーバへの対処を簡易化することが可能となる。

【 0 1 4 9 】

また、特願 2 0 0 0 - 5 3 7 2 1 号明細書において記載したように、画像データの圧縮率を可変にするために符号化時の量子化率が可変であるのも一般的だが、量子化率が低い場合には、レンジオーバ自体も少なくなり、オーバ分の値も小さくなる。

【 0 1 5 0 】

そこで、本発明の他の実施形態として、上述の各実施形態の画像データ処理装置において、上述した周波数変換係数に対する量子化率によって、上述の予め決定された画素の成分値を増減するか、或いは、丸め処理とするかを切り替える手段を有するようにしてもよい。本実施形態によれば、オーバ分の値が小さいと想定される場合には丸め処理にすることにより、レンジオーバへの対処を簡易化することが可能となる。

【 0 1 5 1 】

また、本発明の他の実施形態として、上述の各実施形態の画像データ処理装置において、上述したレンジ上限を越える成分値又はレンジ下限を下回る成分値がGである場合に、上述の周波数変換係数の量子化率によって、上述した予め決定された画素のG値を増減するか、丸め処理とするかを切り替える手段を有するようにしてもよい。本実施形態によれば、オーバ分の値が小さいと想定される場合及び成分値の場合に丸め処理にすることにより、レンジオーバへの対処を簡易化することが可能となる。

【 0 1 5 2 】

また、前述のとおり、本発明は J P E G 2 0 0 0 で採用されているような、ウェーブレット変換に好適に応用することができる。

そこで、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置においては、変換としてウェーブレット変換（J P E G 2 0 0 0 で規定された 5 × 3 ウェーブレット変換又は 9 × 7 ウェーブレット変換を含む）を採用し、上述の各実施形態に適用

するものとする。本実施形態によれば、ウェーブレット変換がなされた画像（J P E G 2 0 0 0 画像など）の復号時におけるレンジオーバに際し、色味の変化を抑え、高画質な復号を行うことが可能となる。

【 0 1 5 3 】

本発明の一実施形態に係る画像データ処理方法は、周波数領域から逆変換された画像データ成分を処理する方法であって、レンジの上限を越える成分値を有する画素を探すステップと、その画素の成分値をレンジ内に入るように減らすステップと、上述の逆変換に使用される行列の各要素の極性（又は、極性及び絶対値）を利用して予め決定された画素の、その成分値を増やすステップを有するものとする。本実施形態によれば、レンジ上限オーバ時に、最も簡易な手法で逆変換後（伸張・復号時）の色味の変化を抑え、高画質な処理（伸張・復号処理）を行うことが可能となる。

【 0 1 5 4 】

また、本発明の他の実施形態として、周波数領域から逆変換された画像データ成分を処理する方法であって、レンジの下限を下回る成分値を有する画素を探すステップと、その画素の成分値をレンジ内に入るように増やすステップと、上述の逆変換に使用される行列の各要素の極性（又は、極性及び絶対値）を利用して予め決定された画素の、その成分値を減らすステップを有するものとする。本実施形態によれば、レンジ下限オーバ時に、最も簡易な手法で逆変換後（伸張・復号時）の色味の変化を抑え、高画質な処理（伸張・復号処理）を行うことが可能となる。

なお、その他の実施形態としては、上述した各実施形態の画像データ処理装置における処理手順からなる画像データ処理方法が挙げられるが、省略する。

【 0 1 5 5 】

以上、本発明の画像データ処理装置及び画像データ処理方法を中心に各実施形態を説明してきたが、本発明は、コンピュータをそれら装置として又はそれらの装置の各手段として機能させるための、或いはコンピュータにそれら方法を実行させるためのプログラム（それらの処理内容が実装されているコンピュータプログラム）としても、或いは、そのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可

能な記録媒体（それらの処理内容が記録されているコンピュータ読み取り可能な情報記録媒体）としての形態も可能である。このプログラムにより、上述の各実施形態に対応した処理によって、逆変換後（伸張・復号時）の色味の変化を抑え、高画質な処理（伸張・復号処理）を行うことが可能なシステムを提供することが可能となる。また、この記録媒体により、上述の各実施形態に対応した構成で、逆変換後（伸張・復号時）の色味の変化を抑え、高画質な処理（伸張・復号処理）を行うシステムを提供することが可能となる。

【0156】

本発明による画像データ処理の機能を実現するためのプログラムやデータを記憶した記録媒体の実施形態を説明する。記録媒体としては、具体的には、CD-ROM、光磁気ディスク、DVD-ROM、FD、フラッシュメモリ、及びその他各種ROMやRAM等が想定でき、これら記録媒体に上述した本発明の各実施形態に係る機能をコンピュータに実行させ、画像データ処理の機能を実現するためのプログラムを記録して流通させることにより、当該機能の実現を容易にする。そしてコンピュータ等の情報処理装置に上記のごとくの記録媒体を装着して情報処理装置によりプログラムを読み出すか、若しくは情報処理装置が備えている記憶媒体に当該プログラムを記憶させておき、必要に応じて読み出すことにより、本発明に関わる画像データ処理の機能を実行することができる。

【0157】

以下、本発明の実施形態をより具体的に説明する。

図33は、本発明の一実施形態に係る画像データ処理装置の構成例を示す図である。

ここで説明する画像データ処理装置は、データバス63を介して、RAM61、CPU62、HDD64が接続された構成となっており、以下の流れで、オリジナル画像（原画像）の圧縮処理（符号化処理）を行う。

【0158】

HDD64上に記録されたオリジナル画像は、CPU62からの命令によってRAM61上に読み込まれる(i)。次に、圧縮ステップとして、CPU62はRAM61上の画像を部分的に読み込み(ii)、後述する一般的な符号化方法を

適用して圧縮を行う。CPU 6 2 は、圧縮後のデータを RAM 6 1 上の別の領域に書き込む (iii)。全てのオリジナル画像が圧縮されると、CPU 6 2 からの命令によって、圧縮後のデータが HDD 6 4 上に記録される (iv)。

【0159】

また、同一の装置構成において、以下の流れで、圧縮された画像の伸張処理（復号化処理）がなされる。HDD 6 4 上に記録された圧縮された画像は、CPU 6 2 からの命令によって RAM 6 1 上に読み込まれる (ivの逆)。次に、伸張ステップとして、CPU 6 2 は RAM 6 1 上の圧縮された画像を部分的に読み込み (iiiの逆)、本発明に係る復号（伸張）処理を適用して伸張を行う。CPU 6 2 は、伸張後のデータを RAM 6 1 上の別の領域に書き込む (iiの逆)。全ての圧縮された画像が伸張されると、CPU 6 2 からの命令によって、伸張後のデータが HDD 6 4 上に記録される (iの逆)。

【0160】

図 3 4 は、本発明の一実施形態に係る画像データ処理装置の他の構成例を示す図である。

ここで説明する画像データ処理装置は、データバス 7 3 を介して、PC 内の RAM 7 1、PC 内の CPU 7 2、HDD 7 4、プリンタ 7 5 が接続された構成となっている。オリジナル画像のプリントアウトに際し、画像の圧縮がなされ、圧縮後のデータがプリンタ 7 5 に送信される。プリンタ 7 5 への送信データ量が低減されるため、送信時間が短縮され、圧縮・伸張に要する時間を加味しても、高速なプリントが可能になる。

【0161】

HDD 7 4 上に記録されたオリジナル画像は、CPU 7 2 からの命令によって RAM 7 1 上に読み込まれる (i)。次に、圧縮ステップとして、CPU 7 2 は、RAM 7 1 上の画像を部分的に読み込み (ii)、後述する一般的な符号化方法を適用して圧縮を行う。CPU 7 2 は、圧縮後のデータを RAM 7 1 上の別の領域に書き込む (iii)。CPU 7 2 からの命令によって、圧縮後のデータがプリンタ 7 5 内の RAM 7 7 上に記録される (iv)。伸張ステップとして、プリンタ 7 5 内の CPU 7 6 は、圧縮後のデータを読み込み (v)、本発明に係る伸張（

復号) 処理を適用して画像の伸張を行う。CPU 76は、伸張後のデータをRAM 77上書き込む(vi)。プリンタ75は、全てのデータが伸張された後、その伸張後のデータを所定の手順でプリントアウトする。

【0162】

図35は、図4の画像データ処理装置における色変換部・逆色変換部を詳細に示した図であり、本発明による画像データ処理装置の一実施例を示す図である。

JPEG 2000の伸張処理の概要は図4に示した通りであり、ここに本発明を適用した場合、色変換部・逆色変換部80は次のような構成となる。すなわち、色変換部・逆色変換部80においては、圧縮過程において色変換部81で色変換され、伸張過程において逆色変換部82で逆色変換され、レンジオーバ補正部83でレンジオーバした画素を補正する。なお、レンジオーバ補正部83は、本発明の中心をなすものであり、図32で説明したレンジオーバチェック手段51、成分値修正手段52、成分値配分手段53等を含むものとする。また、前述のごとく、本発明の変換として5×3ウェーブレット又は9×7ウェーブレットが適用可能である。また、JPEG 2000でRGB値から輝度・色差への変換を行う場合、5×3ウェーブレットを使用する場合にはRCTが使用され、9×7ウェーブレットを使用する場合には、従来のJPEGと同じYCbCr変換(JPEG 2000ではICTと略称する。Iはirreversibleの略である)が使用されるよう規定されている。

【0163】

JPEG 2000の処理の流れ自体は、前述した「画像データ f_0, f_1, \dots, f_{n-1} から係数 F_0, F_1, \dots, F_{n-1} を求め、必要に応じて係数を量子化し、さらに必要に応じてその量子化後の係数にエントロピー符号化を施す」という典型的なものであり、伸張時にはほぼ逆の流れの処理がなされる。本発明が適用されるのは逆色変換後(色変換自体がなされない場合は逆色変換は不要であるが)、RGB値等のレンジオーバを補正する部分である(この処理は圧縮時にはない)。より正確には、通常JPEG 2000では、RGB値等にオフセットをはかせてから圧縮を行う(JPEG 2000では、DCレベルシフトと呼ばれる)ため、本発明では、そのオフセットが相殺された後に処理を行っている。

【0164】

図36は、本発明の一実施例の画像データ処理装置の処理の流れを説明するためのフロー図で、本発明を適用した復号化の基本的な流れを説明するためのフロー図である。また、図37乃至図41は、図36のレンジオーバ補正処理を詳細に説明するためのフロー図である。

本実施例の画像データ処理装置は、以上のような装置構成のもと、まずエントロピー符号の復号化を行い（ステップS1）、復号終了後、全てのウェーブレット係数に逆量子化を施す（ステップS2）。次に、逆量子化後のウェーブレット係数を用いて、逆ウェーブレット変換を行い、全画素に対応する輝度、色差を計算する（ステップS3）。その後、各画素の輝度、色差に逆色変換を施し、各画素のRGB値を求める（ステップS4）。最後に、丸め・補正量保持処理、補正処理、丸め処理で構成されるレンジオーバ補正処理を施す（ステップS5）。本発明の各実施形態の違いは、レンジオーバ補正部の違いとして反映される。本実施例のレンジオーバ補正部は、丸め・補正量保持処理（従来の丸め処理後、レンジオーバした分の値を保持する処理）、補正処理（あらかじめ規定された画素に対して補正量を加える処理）、丸め処理（従来の丸め処理と同じもの）で構成され、図37乃至図40にその詳細な処理の流れを示す。

また以下の実施例では、図5の太線で示した4画素単位でレンジオーバ補正処理を行う。これは、省メモリのためである。

【0165】

図37を参照して丸め・補正量保持処理の流れを説明する。

本実施例では、RCTやICTが行われているものとし、成分値 x とは、R、G、Bのいずれかを指している。まず、4画素（LL、HL、LH、HH位置の4画素）の全ての補正量を0にセットする（ステップS11）。ステップS12にて成分値 x が0未満であれば $x=0$ とし、オーバした位置（LL、HL、LH、HH）と補正量 $x-0$ を保持し（ステップS13）、ステップS14にて成分値 x が255を越えていれば $x=255$ とし、オーバした位置（LL、HL、LH、HH）と補正量 $x-255$ を保持する（ステップS15）。この処理を4画素分の x について繰り返す（ステップS16）。

【0166】

図38を参照して補正量処理の流れを説明する。

補正先の画素位置は、保持してあるオーバした画素位置を元に、図28乃至図31のいずれかによって規定されている。まず、ステップS21にて補正量が0であるか否かを判定する。補正量が0でなければステップS22へ進み、保持してあるオーバした位置と配分先の表（上記図28乃至図31のいずれか）を参照して、第1の配分先の成分値に補正量を加算する。この処理を4画素分の補正量について繰り返す（ステップS23）。また、補正先の画素位置を極性に加え絶対値を利用した図14又は図22で規定してもよい。

【0167】

図39を参照して2回目の補正量処理の流れを説明する。

第2の配分先の画素位置は、保持してある（1回目の補正によって）オーバした画素位置を元に、図28乃至図31のいずれかをたどることによって決定される。まず、ステップS31にて補正量が0であるか否かを判定する。補正量が0でなければステップS32へ進み、保持してあるオーバした位置と配分先の表（上記図28乃至図31のいずれか）を参照して、第2の配分先の成分値に補正量を加算する。この処理を4画素分の補正量について繰り返す（ステップS33）。また、同様に、補正先の画素位置を極性に加え絶対値を利用した図14又は図22で規定してもよい。

【0168】

図40を参照して通常の丸め処理の流れを説明する。

まず、ステップS41にて成分値 x が0未満であれば $x=0$ とし（ステップS42）、ステップS43にて成分値 x が255を越えていれば $x=255$ とする（ステップS44）。この処理を4画素分の x について繰り返す（ステップS45）。

【0169】

図41を参照して、画像データ成分がRGBであるときのレンジオーバ補正処理を説明する。

RGB値の全てについて、図5の太線に記載した4画素単位で、各画素の補正

量を計算、保持する。まず、R、G、B全てについて丸め・補正量保持処理を行う（ステップS51）、R、G、B全てについて第1配分先への補正処理を行う（ステップS52）。なお、図37のように、補正量＝レンジオーバ分の値とする。そして配分先は図28乃至図31のいずれかに規定された、水平又は垂直又は対角方向に隣接した位置とする。そして次に、Gのみを丸め処理とするため、R、Bについて丸め・補正量保持処理を行い、R、Bについてのみ補正量を求め（ステップS53）、その補正量を第2配分先へ加算することにより、R、Bについて第2配分先への補正処理を行う（ステップS54）。最後にR、G、B全てについて丸め処理を行う（ステップS55）。この処理を画像中の全4画素単位について行う（ステップS56）。

【0170】

図42は、本発明の他の実施例の画像データ処理装置におけるレンジオーバ補正処理の流れを説明するためのフロー図である。

本実施例においては、ステップS61において、HL、LH、HHの3つの係数の量子化率のいずれかが閾値 $Th1$ より大きい場合には、RGB全てについて図37に記載した各画素の補正量を計算、保持し（ステップS62）、さらにRGB全てについて第1配分先への補正処理を行い（ステップS63）、RGB全てについて丸め処理を行う（ステップS67）。また、ステップS61において量子化率が閾値 $Th1$ 以下の場合にはステップS64へ進む。ステップS64では、同じく量子化率が閾値 $Th2$ （ $Th1 > Th2$ ）より大きい場合には、R、Bについて図37に記載した各画素の補正量を計算、保持し（ステップS65）、さらにR、Bについて第1配分先への補正処理を行い（ステップS66）、RGB全てについて丸め処理を行う（ステップS67）。そして係数全体の量子化率が閾値 $Th2$ 以下の場合には、ステップS65、S66を飛ばし、ステップS67へ進む。なお、ここでの処理の詳細は図37乃至図40を参照して説明済みであり、省略する。

なお、先述のように、各係数の量子化ステップ数は、符号中に埋め込まれており、これにより閾値との大小関係を判断することができる。

【0171】

【発明の効果】

本発明によれば、レンジの上限或いは下限をオーバした時に、最も簡易な手法で逆変換後（伸張・復号時）の色味の変化を抑え、高画質な処理（伸張・復号処理）を行うことが可能となる。また、レンジオーバが繰り返されたときに、簡易な手法で逆変換後（伸張・復号時）の色味の変化を抑え、高画質な処理（伸張・復号処理）を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 S 変換を説明するための図である。

【図 2】 S 変換を行う画素間の方向の凡例を示す図である。

【図 3】 自然画像における HL, LH, HH の値のヒストグラムを示す図である。

【図 4】 本発明に係る画像データ処理装置及び方法を説明するためのブロック図で、JPEG2000におけるDWT方式の画像圧縮／伸張アルゴリズムを説明するための図である。

【図 5】 ウェーブレット係数の 2 次元配列とその種類を説明するための図である。

【図 6】 5×3 ウェーブレット逆変換に使用される定数の例を示す図である。

【図 7】 5×3 ウェーブレット逆変換に使用される定数の例を示す図である。

【図 8】 5×3 ウェーブレット逆変換に使用される定数の例を示す図である。

【図 9】 5×3 ウェーブレット逆変換に使用される定数の例を示す図である。

【図 10】 図 6 の定数から得た、4 種類の位置の画素に生じる誤差に対する、各位置の寄与度を示す図である。

【図 11】 図 7 の定数から得た、4 種類の位置の画素に生じる誤差に対する、各位置の寄与度を示す図である。

【図 12】 図 8 の定数から得た、4 種類の位置の画素に生じる誤差に対する

る、各位置の寄与度を示す図である。

【図13】 図9の定数から得た、4種類の位置の画素に生じる誤差に対する、各位置の寄与度を示す図である。

【図14】 レンジオーバに際し、確率的観点からあらかじめ決定された配分先の例を示す図である。

【図15】 量子化ステップ数の比を1:1:1:1とした場合の寄与度を示す図である。

【図16】 9×7ウェーブレット逆変換に使用される定数の例を示す図である。

【図17】 9×7ウェーブレット逆変換に使用される定数の例を示す図である。

【図18】 9×7ウェーブレット逆変換に使用される定数の例を示す図である。

【図19】 9×7ウェーブレット逆変換に使用される定数の例を示す図である。

【図20】 量子化ステップ数の比を1:8:8:16とした場合の寄与度を示す図である。

【図21】 量子化ステップ数の比を1:1:1:1とした場合の寄与度を示す図である。

【図22】 レンジオーバに際し、確率的観点からあらかじめ決定された配分先の例を示す図である。

【図23】 図10に示した5×3ウェーブレット変換の逆変換時の定数から、極性だけを取り出して表した図である。

【図24】 図11に示した5×3ウェーブレット変換の逆変換時の定数から、極性だけを取り出して表した図である。

【図25】 図12に示した5×3ウェーブレット変換の逆変換時の定数から、極性だけを取り出して表した図である。

【図26】 図13に示した5×3ウェーブレット変換の逆変換時の定数から、極性だけを取り出して表した図である。

【図 2 7】 5×3 ウェーブレット逆変換における、各位置の係数のレンジオーバーへの寄与の方向（極性）を示す図である。

【図 2 8】 レンジオーバーに際し、極性のみから予め決定された配分先の例を示す図である。

【図 2 9】 レンジオーバーに際し、極性のみから予め決定された配分先の他の例を示す図である。

【図 3 0】 レンジオーバーに際し、極性のみから予め決定された配分先の他の例を示す図である。

【図 3 1】 レンジオーバーに際し、極性のみから予め決定された配分先の他の例を示す図である。

【図 3 2】 本発明に係る画像データ処理装置を説明するためのブロック図である。

【図 3 3】 本発明の一実施形態に係る画像データ処理装置の構成例を示す図である。

【図 3 4】 本発明の一実施形態に係る画像データ処理装置の他の構成例を示す図である。

【図 3 5】 図 4 の画像データ処理装置における色変換部・逆色変換部を詳細に示した図であり、本発明による画像データ処理装置の一実施例を示す図である。

【図 3 6】 本発明の一実施例の画像データ処理装置の処理の流れを説明するためのフロー図で、本発明を適用した復号化の基本的な流れを説明するためのフロー図である。

【図 3 7】 図 3 6 のレンジオーバー補正処理を詳細に説明するためのフロー図である。

【図 3 8】 図 3 6 のレンジオーバー補正処理を詳細に説明するためのフロー図である。

【図 3 9】 図 3 6 のレンジオーバー補正処理を詳細に説明するためのフロー図である。

【図 4 0】 図 3 6 のレンジオーバー補正処理を詳細に説明するためのフロー

図である。

【図41】 図36のレンジオーバー補正処理をRGB成分に対して説明するためのフロー図である。

【図42】 本発明の他の実施例の画像データ処理装置の処理の流れを説明するためのフロー図である。

【符号の説明】

1, 80…色変換・逆色変換部、2…2次元ウェーブレット変換・逆変換部、3…量子化・逆量子化部、4…エントロピー符号化・復号化部、5…タグ処理部、50…画像データ処理装置、51…レンジオーバー画素チェック手段、52…成分値修正手段、53…成分値配分手段、61, 71, 77…RAM、62, 72, 76…CPU、63, 73…データバス、64, 74…HDD、75…プリンタ、81…色変換部、82…逆色変換部、83…レンジオーバー補正部。

【書類名】 図面

【図 1】

(A)

a	b
c	d

S変換

(B)

$LL = (a + b + c + d) / 4$. . . 低周波 (直流) 成分
 $HL = (a + c) / 2 - (b + d) / 2$. . . 高周波 (交流) 成分 縦方向のエッジを検出
 $LH = (a + b) / 2 - (c + d) / 2$. . . 高周波 (交流) 成分 横方向のエッジを検出
 $HH = (a - b) - (c - d)$. . . 高周波 (交流) 成分 斜め方向のエッジ (線分) を検出

a	
c	

縦方向のエッジ

	d
c	d

横方向のエッジ

a	
	d

斜め方向のエッジ (ななめ方向の細線)

a	

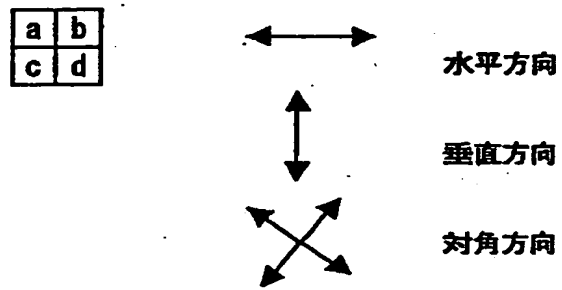
斜め方向のエッジ (ななめ方向の細線)

(C)

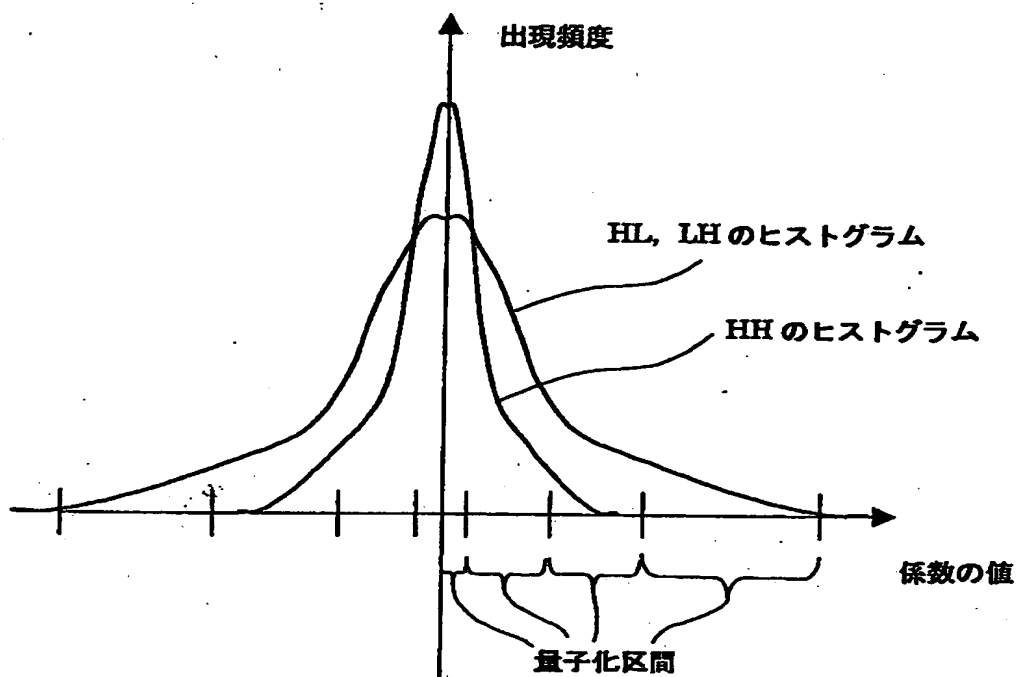
逆S変換

$a = LL + (HL + LH) / 2 + HH / 4$
 $b = LL - (HL - LH) / 2 - HH / 4$
 $c = LL + (HL - LH) / 2 - HH / 4$
 $d = LL - (HL + LH) / 2 + HH / 4$

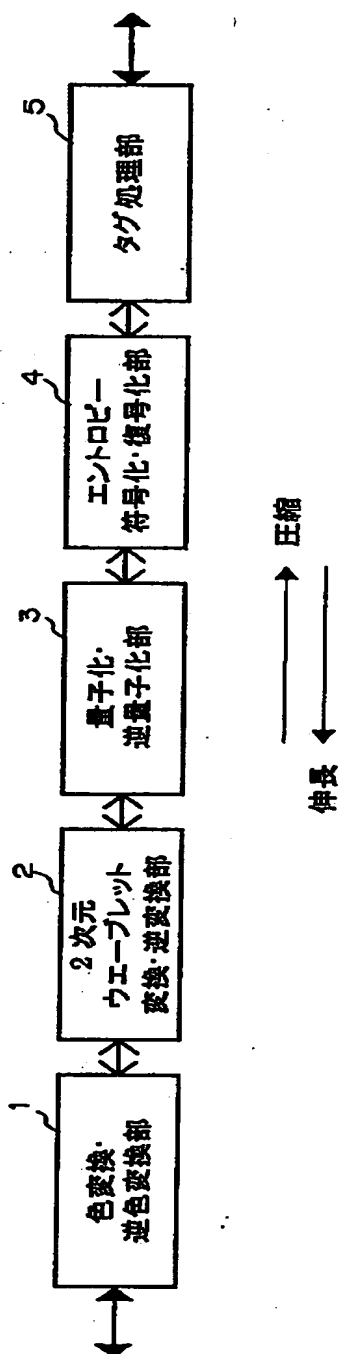
【图 2】



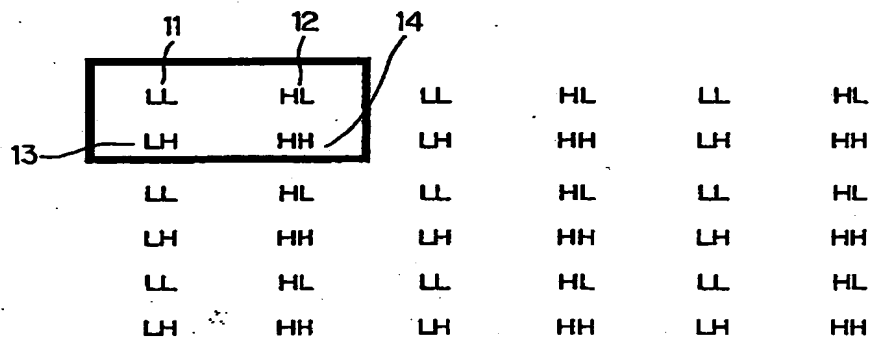
【図 3】



【図4】



【図5】



【図 6】

(A)

0.0625	-0.25	0.0625
-0.25	-0.25	-0.25
0.0625	-0.25	0.0625

21

(B)

HH	LH	HH
HL	LH	HL
HH	LH	HH

22

【図 7】

(A)

23

0.03125	-0.125	-0.18750	-0.125	0.03125
-0.125	0.5	0.5	0.5	-0.125
0.03125	-0.125	-0.18750	-0.125	0.03125

(B)

HH	LH	HH	LH	HH
HL	LL	HL	LL	HL
HH	LH	HH	LH	HH

24

【図 8】

(A)

0.03125	-0.125	0.03125
-0.125	0.5	-0.125
-0.1875	0.75	-0.1875
-0.125	0.5	-0.125
0.03125	-0.125	0.03125

25

(B)

HH	LH	HH
HL	LL	HL
HH	LH	HH
HL	LL	HL
HH	LH	HH

26

【図9】

(A)

0.015625	-0.0625	-0.09375	-0.0625	0.015625
-0.06250	0.25	0.375	0.25	-0.06250
-0.09375	0.375	0.625	0.375	-0.09375
-0.06250	0.25	0.375	0.25	-0.06250
0.015625	-0.0625	-0.09375	-0.0625	0.015625

27

(B)

HH	LH	HH	LH	HH
HL	LL	HL	LL	HL
HH	LH	HH	LH	HH
HL	LL	HL	LL	HL
HH	LH	HH	LH	HH

28

【図 1 0】

(A)

1	2	1
2	1	2
1	2	1

(B)

HH	LH	HH
HL	LL	HL
HH	LH	HH

22

【図 11】

(A)

0.5	-1	-3	-1	0.5
-1	0.5	-3	0.5	-1
0.5	-1	-3	-1	0.5

(B)

HH	LH	HH	LH	HH
HL	LL	HL	LL	HL
HH	LH	HH	LH	HH

24

【図 12】

(A)

0.5	-1	0.5
-1	0.5	-1
-3	0.5	-3
-1	0.5	-1
0.5	-1	0.5

(B)

HH	LH	HH
HL	LL	HL
HH	LH	HH
HL	LL	HL
HH	LH	HH

26

【図13】

(A)

0.3	-0.5	-1.5	-0.5	0.3
-0.5	0.3	3.0	0.3	-0.5
-1.5	3.0	3.0	3.0	-1.5
-0.5	0.3	3.0	0.3	-0.5
0.3	-0.5	-1.5	-0.5	0.3

(B)

HH	LH	HH	LH	HH
HL	LL	HL	LL	HL
HH	LH	HH	LH	HH
HL	LL	HL	LL	HL
HH	LH	HH	LH	HH

【図 1 4】

レンジオーバーした画素	配分先の画素位置
LL位置	HL位置またはLH位置へ
HL位置	LL位置へ、次の候補としてはLH位置へ
LH位置	LL位置へ、次の候補としてはHL位置へ
HH位置	HL位置またはLH位置へ

【図 1 5】

	LL位置	HL位置	LH位置	HH位置
LL位置のレンジオーバーの寄与度	1.00	-0.25	-0.25	0.06
HL位置のレンジオーバーの寄与度	0.50	0.75	-0.13	-0.19
LH位置のレンジオーバーの寄与度	0.50	-0.13	0.75	-0.19
HH位置のレンジオーバーの寄与度	0.25	0.38	0.38	0.56

【図 16】

31

0.0003	-0.0010	-0.0045	0.0188	-0.0045	-0.0010	0.0003
-0.0010	0.0033	0.0154	-0.0642	0.0154	0.0033	-0.0010
-0.0045	0.0154	0.0712	-0.2976	0.0712	0.0154	-0.0045
0.0188	-0.0642	-0.2976	-0.2976	-0.2976	-0.0642	0.0188
-0.0045	0.0154	0.0712	-0.2976	0.0712	0.0154	-0.0045
-0.0010	0.0033	0.0154	-0.0642	0.0154	0.0033	-0.0010
0.0003	-0.0010	-0.0045	0.0188	-0.0045	-0.0010	0.0003

【図17】

32

0.000451	-0.00154	-0.00132	0.009971	0.010168	0.009971	-0.00132	-0.00154	0.000451
-0.00154	0.005252	0.004501	-0.03402	-0.0347	-0.03402	0.004501	0.005252	-0.00154
-0.00714	0.024357	0.020875	-0.15779	-0.16091	-0.15779	0.020875	0.024357	-0.00714
0.029827	-0.10178	-0.08723	0.659319	0.622341	0.659319	-0.08723	-0.10178	0.029827
-0.00714	0.024357	0.020875	-0.15779	-0.16091	-0.15779	0.020875	0.024357	-0.00714
-0.00154	0.005252	0.004501	-0.03402	-0.0347	-0.03402	0.004501	0.005252	-0.00154
0.000451	-0.00154	-0.00132	0.009971	0.010168	0.009971	-0.00132	-0.00154	0.000451

【図18】

0.000451	-0.00154	-0.00714	0.029827	-0.00714	-0.00154	0.000451
-0.00154	0.005252	0.024357	-0.10178	0.024357	0.005252	-0.00154
-0.00132	0.004501	0.020875	-0.08723	0.020875	0.004501	-0.00132
0.009971	-0.03402	-0.15779	0.659319	-0.15779	-0.03402	0.009971
0.010168	-0.0347	-0.16091	0.659319	-0.16091	-0.0347	0.010168
0.009971	-0.03402	-0.15779	0.659319	-0.15779	-0.03402	0.009971
-0.00132	0.004501	0.020875	-0.08723	0.020875	0.004501	-0.00132
-0.00154	0.005252	0.024357	-0.10178	0.024357	0.005252	-0.00154
0.000451	-0.00154	-0.00714	0.029827	-0.00714	-0.00154	0.000451

33

【図19】

0.000715	-0.00244	-0.00209	0.015818	0.016128	0.015818	-0.00209	-0.00244	0.000715
-0.00244	0.008331	0.00714	-0.05397	-0.05503	-0.05397	0.00714	0.008331	-0.00244
-0.00209	0.00714	0.006119	-0.04625	-0.04718	-0.04625	0.006119	0.00714	-0.00209
0.015818	-0.05397	-0.04625	0.349602	0.356507	0.349602	-0.04625	-0.05397	0.015818
0.016128	-0.05503	-0.0472	0.356507	0.356507	0.356507	-0.0472	-0.05503	0.016128
0.015818	-0.05397	-0.04625	0.349602	0.356507	0.349602	-0.04625	-0.05397	0.015818
-0.00209	0.00714	0.006119	-0.04625	-0.04718	-0.04625	0.006119	0.00714	-0.00209
-0.00244	0.008331	0.00714	-0.05397	-0.05503	-0.05397	0.00714	0.008331	-0.00244
0.000715	-0.00244	-0.00209	0.015818	0.016128	0.015818	-0.00209	-0.00244	0.000715

34

【図 20】

	LL位置	HL位置	LH位置	HH位置
LL位置のレンジオーバーへの寄与度	1.24	-2.38	-2.38	1.14
HL位置のレンジオーバーへの寄与度	0.68	-5.38	-1.26	-2.57
LH位置のレンジオーバーへの寄与度	0.68	-1.26	-5.38	-2.57
HH位置のレンジオーバーへの寄与度	0.35	2.85	2.85	-5.82

【図21】

	LL位置	HL位置	LH位置	HH位置
LL位置のレンジオーバーへの寄与度	1.24	-0.30	-0.30	0.07
HL位置のレンジオーバーへの寄与度	0.66	0.67	-0.16	-0.16
LH位置のレンジオーバーへの寄与度	0.66	-0.16	0.67	-2.57
HH位置のレンジオーバーへの寄与度	0.35	0.36	0.36	0.36

【図 2 2】

レンジオーバーした画素	第1の配分先の画素位置	第2の配分先の画素位置
LL位置	HL位置(水平)へ	LH位置(垂直)へ
HL位置	LL位置(水平)へ	LH位置(これはHLからみれば対角)へ
LH位置	LL位置(垂直)へ	LH位置へ(簡単のためこうしている)
HH位置	LH位置(水平)へ	HL位置(垂直)へ

【図 23】

(A)

41

+	-	+
-	+	-
+	-	+

(B)

42

HH	LH	HH
HL	HL	HL
HH	LH	HH

【図 24】

(A)

43

+	-	-	-	+
-	+	+	+	-
+	-	-	-	+

(B)

44

HH	LH	HH	LH	HH
HL	LL	HL	LL	HL
HH	LH	HH	LH	HH

【図25】

(A)

45

+	-	+
-	+	-
-	+	-
-	+	-
+	-	+

(B)

46

HH	LH	HH
HL	LL	HL
HH	LH	HH
HL	LL	HL
HH	LH	HH

【図 26】

(A)

47

+	-	-	-	+
-	+	+	+	-
-	+		+	-
-	+	+	+	-
+	-	-	-	+

(B)

48

HH	LH	HH	LH	HH
HL	LL	HL	LL	HL
HH	LH	HL	LH	HH
HL	LL	HL	LL	HL
HH	LH	HH	LH	HH

【図 2 7】

	LL位置	HL位置	LH位置	HH位置
LL位置の画素のレンジオーバーへの寄与の方向(極性)	+	-	-	+
HL位置の画素のレンジオーバーへの寄与の方向(極性)	+	+	-	-
LH位置の画素のレンジオーバーへの寄与の方向(極性)	+	-	+	-
HH位置の画素のレンジオーバーへの寄与の方向(極性)	+	+	+	+

【図 28】

レンジオーバーした画素	第1の 配分先の画素位置	第2の配分先の画素位置
LL位置	HH位置(対角)へ	LH位置(垂直)へ
HL位置	LH位置(対角)へ	HH位置(垂直)へ
LH位置	HL位置(対角)へ	LL位置(垂直)へ
HH位置	LL位置(対角)へ	HL位置(垂直)へ

【図 2 9】

レンジオーバーした画素	第1の 配分先の画素位置	第2の配分先の画素位置
LL位置	HH位置(対角)へ	HL位置(水平)へ
HL位置	LH位置(対角)へ	LL位置(水平)へ
LH位置	HL位置(対角)へ	HH位置(水平)へ
HH位置	LL位置(対角)へ	LH位置(水平)へ

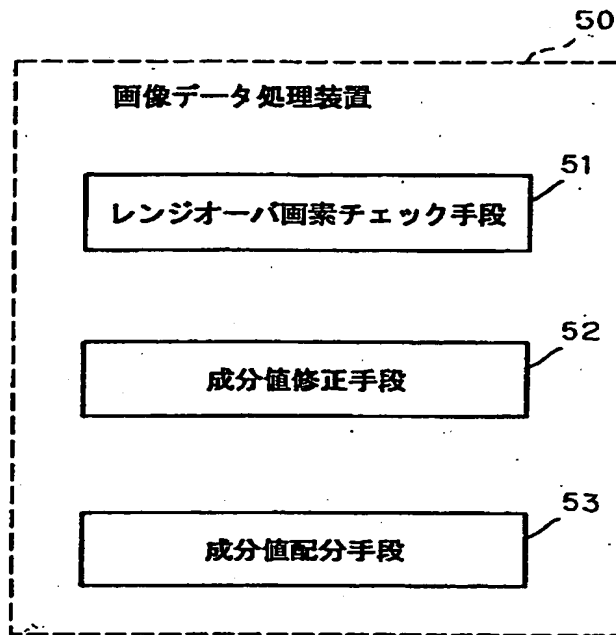
【図30】

レンジオーバーした画素	第1の 配分先の画素位置	第2の配分先の画素位置
LL位置	LH位置(垂直)へ	HL位置(水平)へ、またはHH(対角)へ
HL位置	HH位置(垂直)へ	LL位置(水平)へ、またはLH(対角)へ
LH位置	LL位置(垂直)へ	HH位置(水平)へ、またはHL(対角)へ
HH位置	HL位置(垂直)へ	LH位置(水平)へ、またはLL(対角)へ

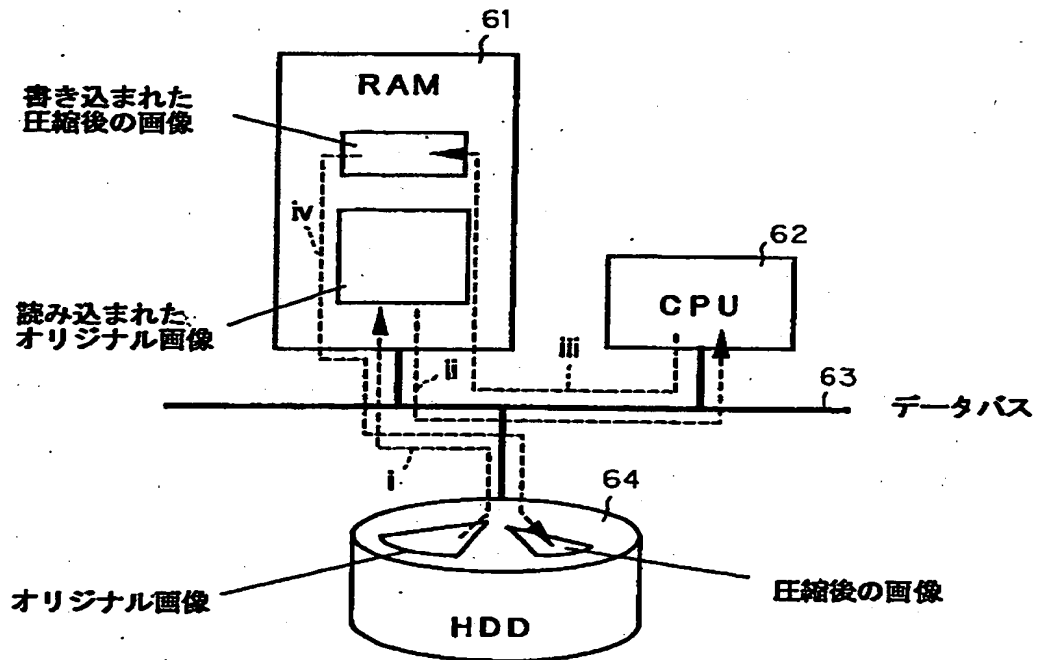
【図 3 1】

レンジオーバーした画素	第1の 配分先の画素位置	第2の配分先の画素位置
LL位置	HL位置(水平)へ	LH位置(垂直)へ, またはHH(対角)へ
HL位置	LL位置(水平)へ	HH位置(垂直)へ, またはLH(対角)へ
LH位置	HH位置(水平)へ	LL位置(垂直)へ, またはHL(対角)へ
HH位置	LH位置(水平)へ	HL位置(垂直)へ, またはLL(対角)へ

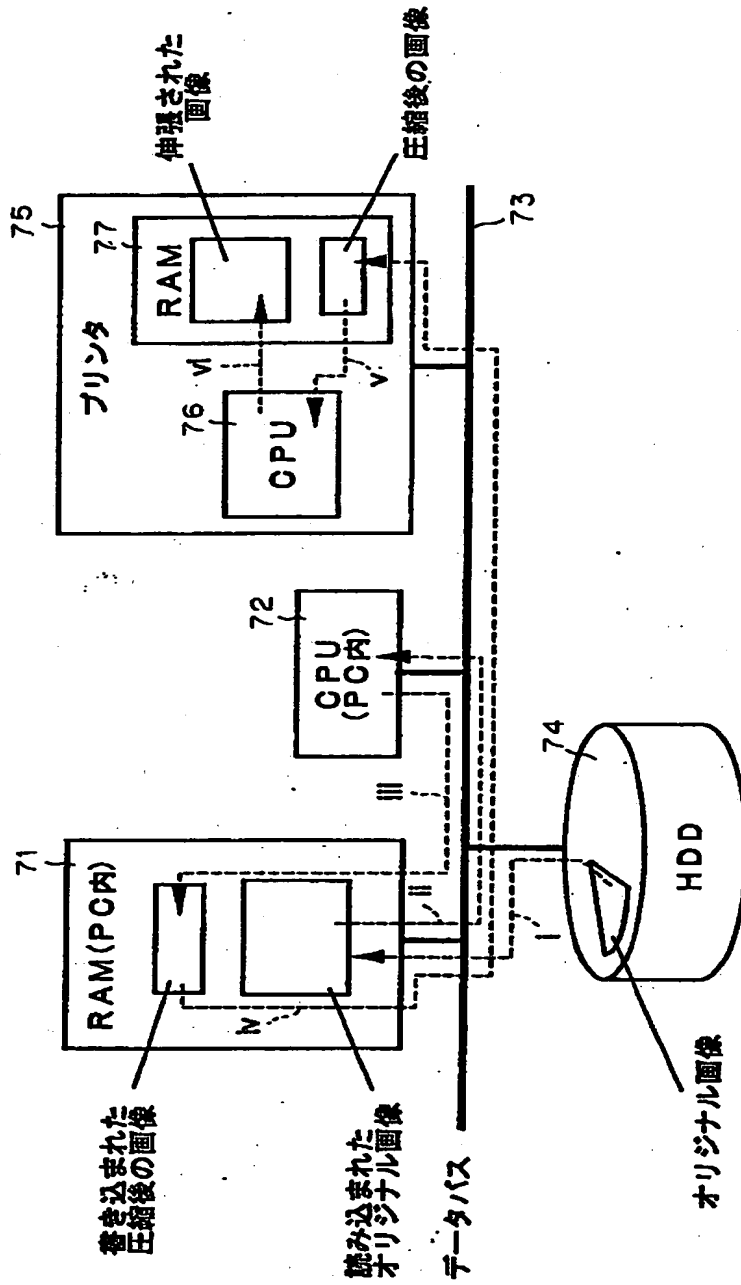
【図 32】



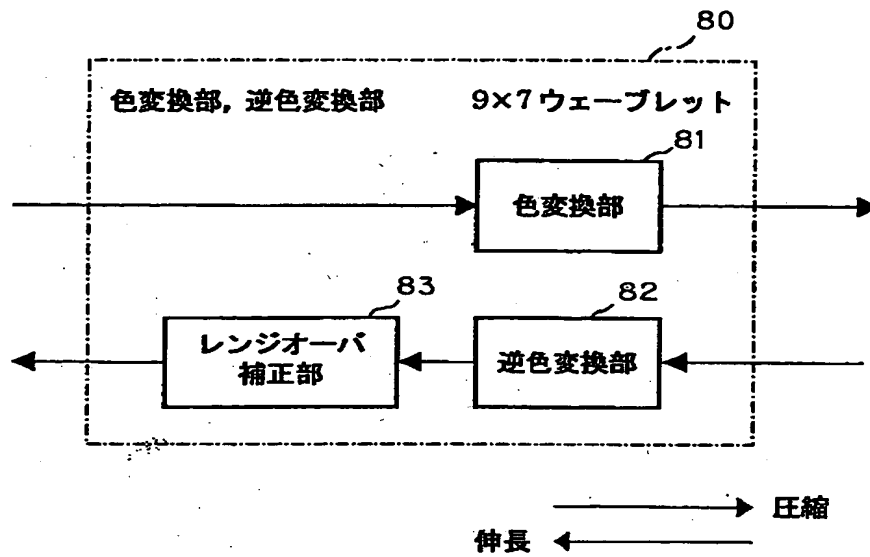
【図 33】



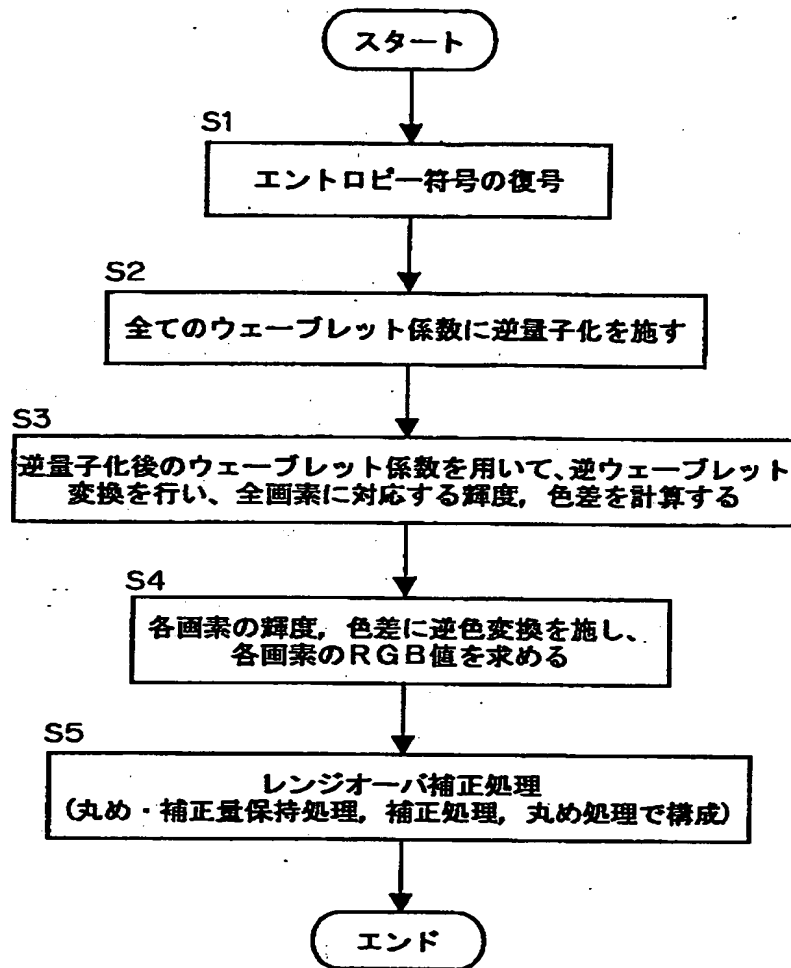
【図34】



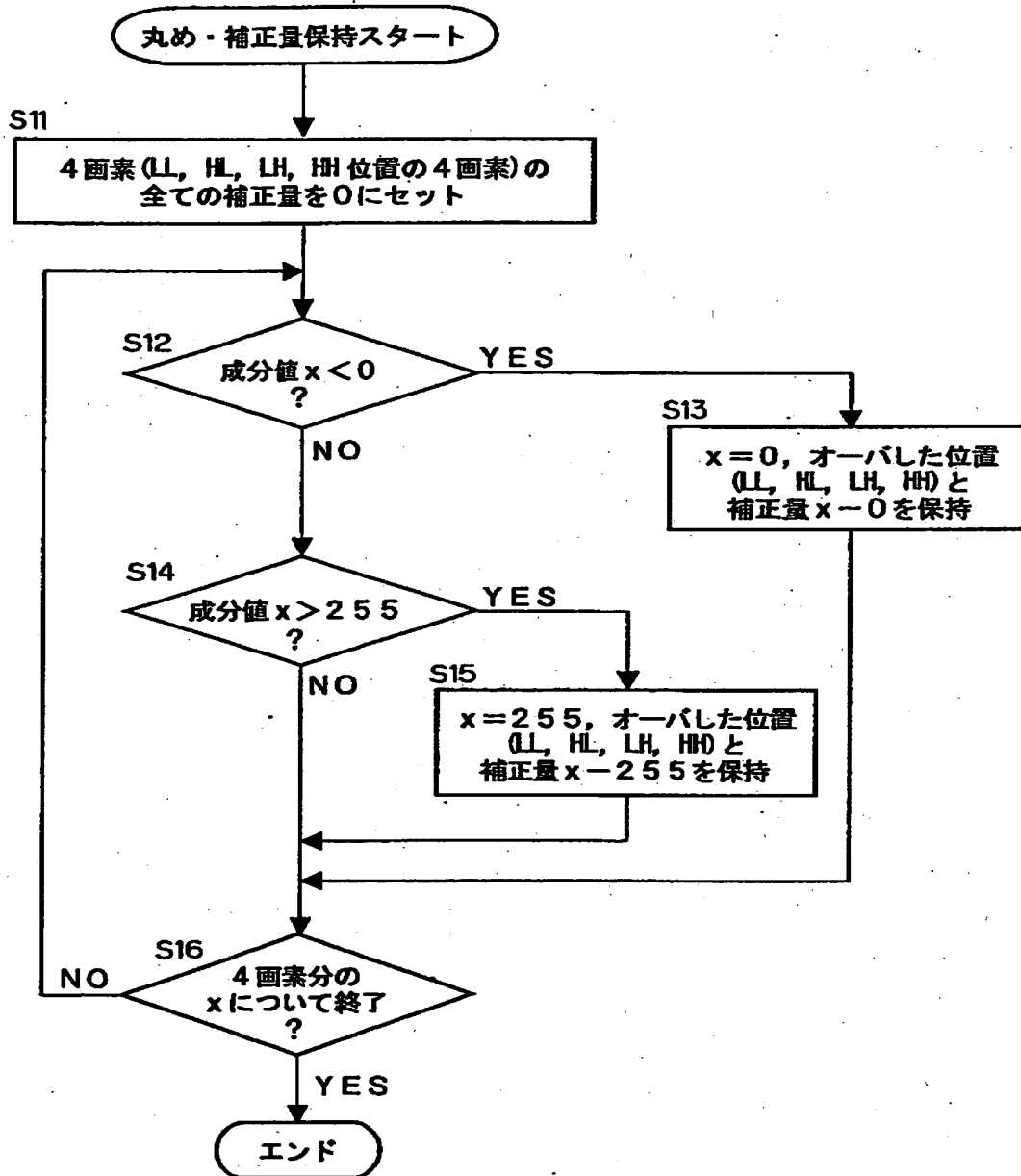
【図 3 5】



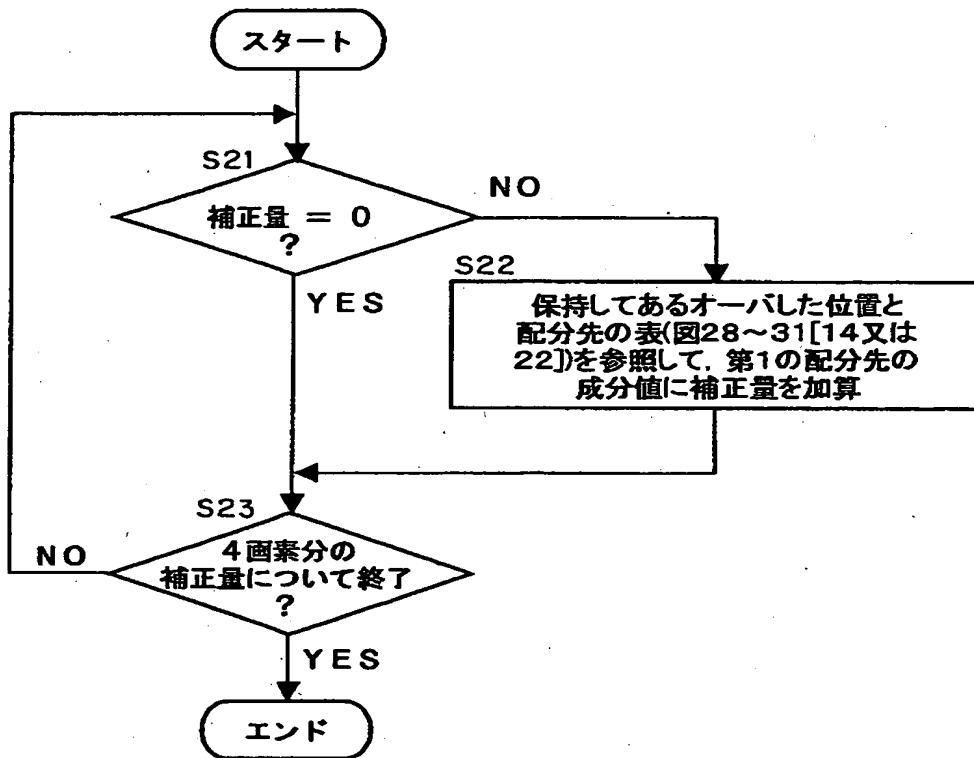
【図 36】



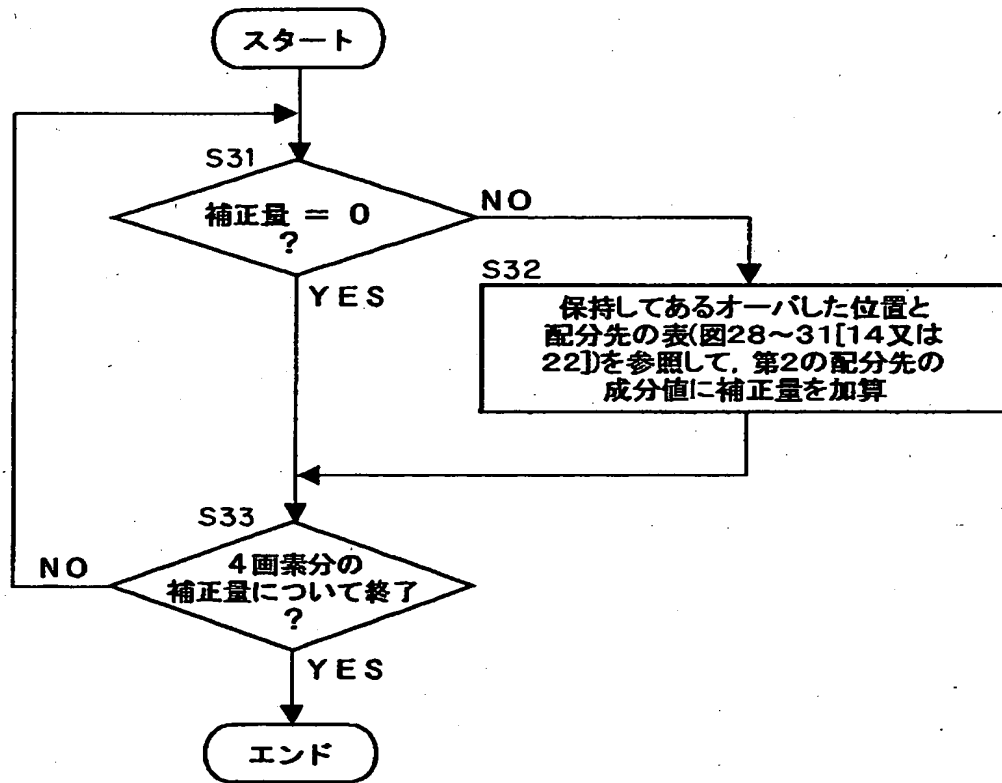
【図37】



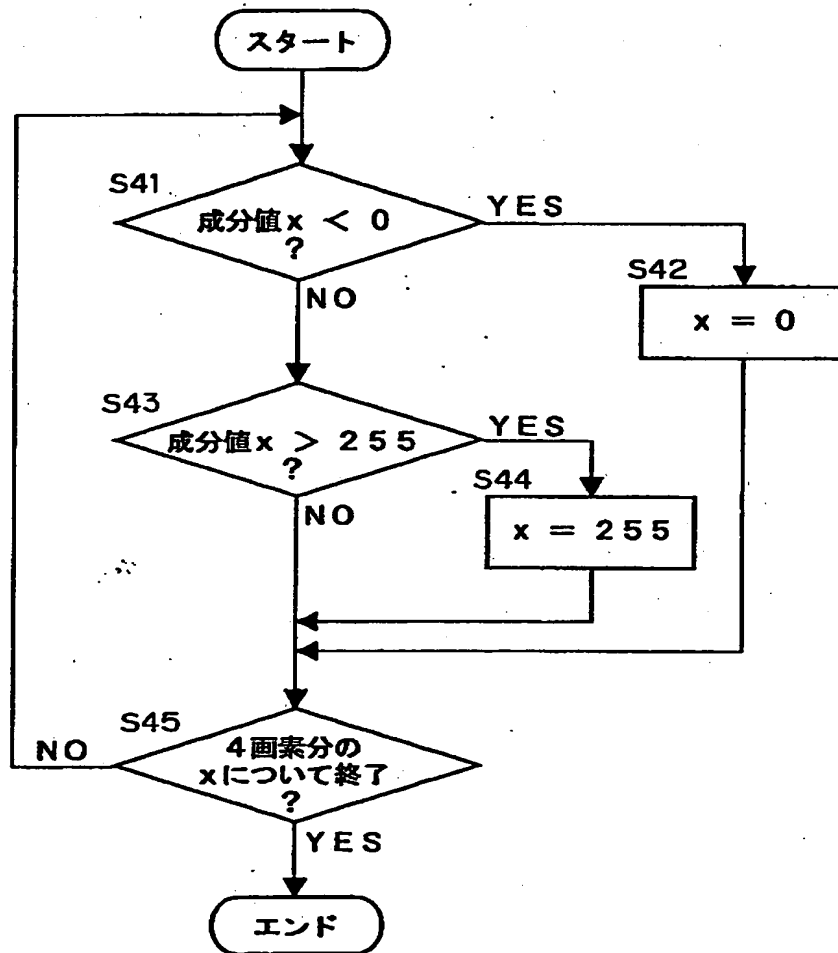
【図 3 8】



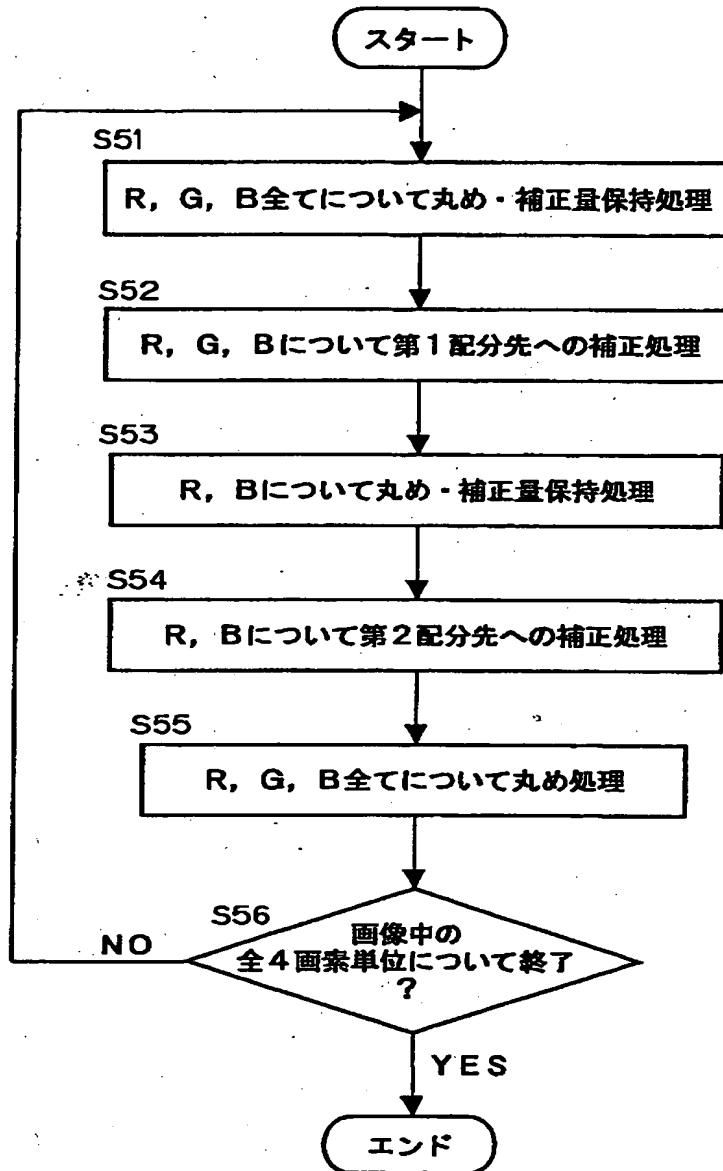
【図 39】



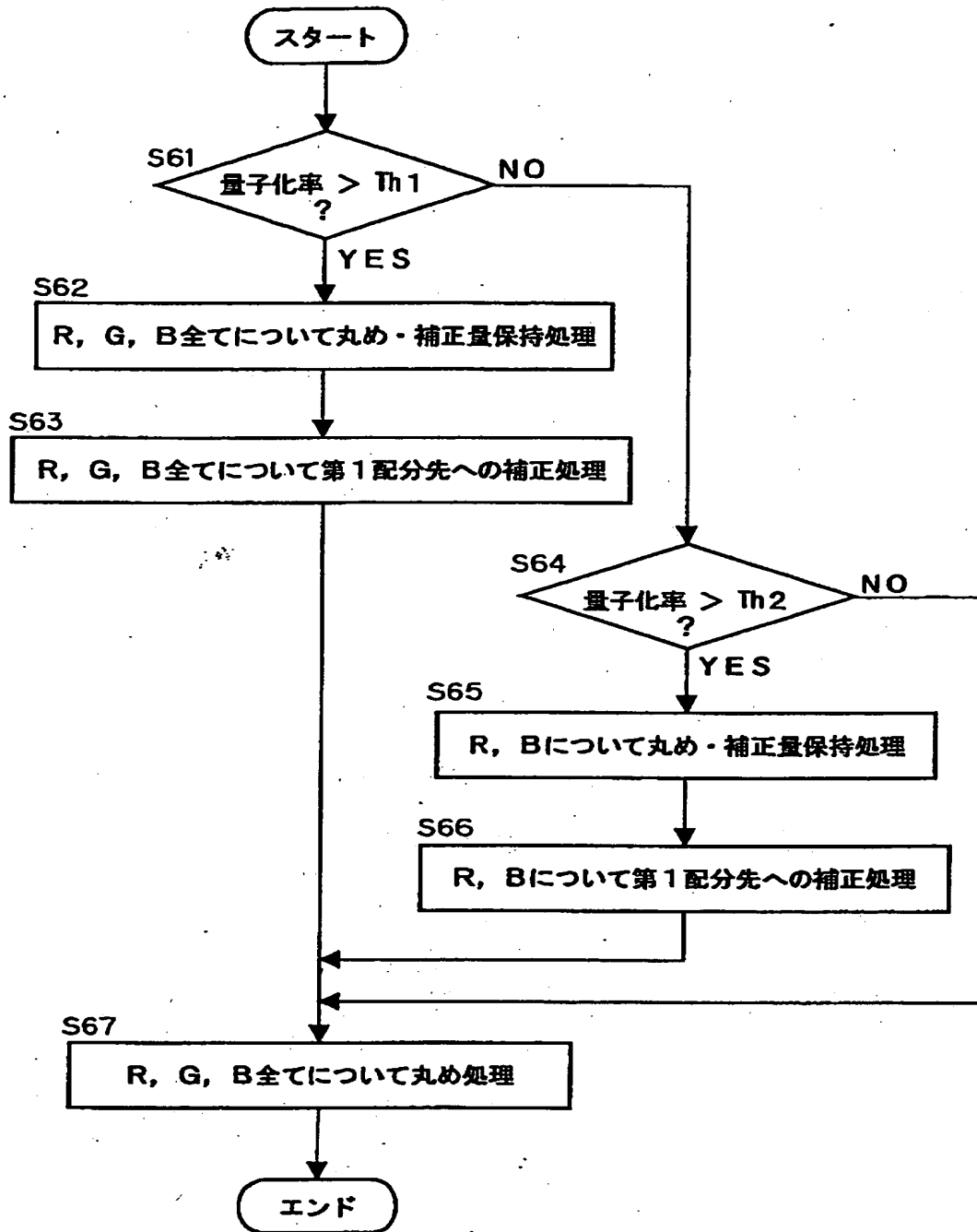
【図 40】



【図41】



【図 4 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 煩雑な処理を行わずに、所定の周波数変換への逆変換後の画像データ成分の量子化誤差を修正することが可能な画像データ処理装置を提供する。

【解決手段】 レンジの上限を越える成分値を有する画素をレンジオーバ画素チェック手段 5 1 にて探し、その画素の成分値を成分値修正手段 5 2 にてレンジ内に入るように減らす。その減らした分は、成分値配分手段 5 3 にて、その逆変換に使用される行列の各要素の極性又は極性及び絶対値を利用して画素を予め決定し、その画素の同じ成分値を増やすことで補償する。

【選択図】 図 3 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006747]

1. 変更年月日

1990年 8月24日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

氏 名

株式会社リコー